

WERTSCHÖPFUNGSKETTE HEIMISCHES SOJA IN HESSEN

„Handbuch“

Ergebnisse eines EIP-Projekts

Operationelle Gruppe heimische Futtermittel - Soja (OG HEFU-Soja)

Kontakt / Leadpartner

MGH GUTES AUS HESSEN GmbH
Peter Klingmann, Geschäftsführer
Homburger Straße 9 | 61169 Friedberg
Fon: 06031 7323-62 | Fax: 06031 7323-79
pklingmann@gutes-aus-hessen.de
www.gutes-aus-hessen.de

Gefördert von



Europäischer Landwirtschafts-
fonds für die Entwicklung
des ländlichen Raums



EPLR
2014 - 2020
Hessisches Ministerium
für Umwelt, Klimaschutz,
Landwirtschaft und
Verbraucherschutz



September 2017

Friedberg
Fon: 06031 7323-62 | Fax: 06031 7323-79
pklingmann@gutes-aus-hessen.de
www.gutes-aus-hessen.de

Inhalt

Arbeitspaket 1: Marktanalyse	1
1. Einführung	1
2. Eiweißfuttermittelbedarf in Hessen	1
3. Die OG-Betriebe	2
4. Soja-Bedarf der OG-Mitglieder	3
4.1 Schweinemast	3
4.2 Legehennenhaltung.....	4
5. Öko-Sojabedarf in Hessen	5
6. Zusammenfassung	6
7. Literaturverzeichnis	6
Arbeitspaket 2-1: Anlagentypen und Analysen	8
1. Einleitung	8
1.1. Antinutritive Stoffe in Sojabohnen.....	8
1.2. Wirkung auf das Tier	9
1.3. Beurteilung der Futterqualität	9
1.4. Untersuchungsparameter und verschiedene Aufbereitungsverfahren.....	11
1.5. Fütterungsversuche: Folgen von schlecht aufbereitetem Futtermittel	14
2. Material und Methoden	15
2.1. Material	15
2.2. Methoden	15
2.2.1. Messung der Ureaseaktivität.....	15
2.2.2. Messung des Rohproteingehalts.....	15
2.2.3. Messung der Eiweißlöslichkeit in H ₂ O und KOH	15
2.2.4. Messung einzelner Aminosäuren in Sojaprobe	16
3. Vorschläge zu Durchführung der Analytik	16
3.1. Eiweißmenge und -qualität	16
3.1.1. Rohproteingehalt.....	16
3.1.2. Aminosäuregehalte:	17
3.1.3. Eiweißlöslichkeit.....	17
3.1.4. Umsetzbare Energie für Gesamtrationsberechnung.....	17
3.1.5. Mögliche Laboratorien für Analyse der Eiweißmenge und -qualität	17
3.2. Verdaulichkeitsparameter	18
3.2.1. Zielkorridore direkte Trypsin-Inhibitoren-Messung.....	19
3.2.2. Zielkorridore indirekte Trypsin-Inhibitoren-Messung.....	19
3.3. Mögliches Labor für direkte Trypsin-Inhibitoren-Messung, Ureasmessung, Aminosäuren und Eiweißlöslichkeit	19

4. Verschiedene Aufbereitungsverfahren.....	19
4.1. Thermische Behandlungsverfahren	20
4.2. Hydrothermische Behandlungsverfahren.....	21
4.3. Mechanische Behandlungsverfahren.....	22
4.4. Druckthermische Behandlungsverfahren	23
5. Anlagenbeispiele für die vorgestellten Aufbereitungsverfahren	24
5.1. Thermische Aufbereitungsanlagen	24
5.2. Hydrothermische Aufbereitungsanlagen	28
5.3. Kombination aus hydrothermischer und druckthermischer Aufbereitung.....	30
5.4. Druckthermische Aufbereitungsanlagen	31
5.5. Ölpresen.....	32
6. Fazit: Wahl eines passenden Aufbereitungsverfahrens.....	32
7. Literaturverzeichnis	33
Mündliche Mitteilungen.....	33
Literatur	33
Arbeitspaket 2-2: Aufbereitungsanlagen und ihre Standorte	38
Arbeitspaket 2-3: Schälen von Sojabohnen	45
1. Eiweißgehalt der Schalen bei Ackerbohnen.....	45
2. Eiweißgehalt der Schalen bei Sojabohnen.....	46
3. Das Schälen von Sojabohnen	46
3.1 Thermisches Schälverfahren	47
3.2 Alternativen zu thermischen Schälverfahren: Brechen.....	47
3.3 Umsetzbarkeit des Brechens/Schälens für HEFU-Soja	47
4. Literaturverzeichnis.....	48
Arbeitspaket 3-1: Organisationsentwicklung, Fördertechnische Grundlagen, Investitionsberechnung	49
1. Zielsetzung	49
2. Voraussetzung zur Organisationsform, -entwicklung	49
2.1 Die GbR – die Gesellschaft bürgerlichen Rechts (Personengesellschaft)	50
2.2 Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH).....	51
2.3 Eingetragene Genossenschaft (eG)	52
3. Fördertechnische Grundlagen	54
3.1 Agrarinvestitions-Förderungsprogramm (AFP)	54
3.2 Förderung von Investitionen zur Diversifizierung (FID)	55
3.3 Förderung der Marktstrukturverbesserung.....	56
3.4 Rentenbank Programm „Wachstum“	57

3.5 Landwirtschaftliche Rentenbank Programm „Nachhaltigkeit“	59
3.6 KfW – ERP-Gründerkredit - Universell.....	60
4. Investitionsrechnung Mobile Sojatoastanlage.....	65
4.1 Ausgangssituation	65
4.2 Annahmen zur Investitionsrechnung.....	66
4.3 Berechnung der Abschreibung	67
a) nutzungsdauerabhängige Abschreibung (bezogen auf 10/15 Jahre)	67
b) leistungsabhängige Abschreibung (bezogen auf Gesamtnutzungsdauer in h)	67
4.4 Finanzierung/Förderung/Zinsen.....	68
Finanzierung der Investitionskosten auf Basis von 3 Förderprogrammen	68
Zinsen/Tilgungen in Abhängigkeit von Förderprogramm und Nutzungsdauer und Modell/Auslastung	69
4.5 Betriebskosten, jahres- und leistungsbezogene Belastung	71
Jahresbelastung	71
Leistungsbezogene Belastung pro Stunde.....	71
5 Wirtschaftlichkeitsanalyse	73
6 Fazit	76
7 Literaturverzeichnis	76
Abschnitt Förderprogramme	76
Arbeitspaket 3-2: Soja-Wertschöpfungsketten	77
1. Motivation	77
2. Zielsetzung	77
3. Modellhafte Wertschöpfungsketten.....	78
4. Erläuterungen zu einzelnen Schritten in der Wertschöpfungskette.....	79
4.1 Züchtung	79
4.2 Saatgutvermehrung.....	79
4.3 Lagerung	79
4.4 Tierfütterung.....	80
4.5 Menschliche Ernährung.....	80
5. Fördernde und hemmende Faktoren in einer Wertschöpfungskette.....	80
5.1. Fördernde Faktoren in einer Soja-Wertschöpfungskette.....	80
5.2. Hemmende Faktoren in einer Soja-Wertschöpfungskette:.....	81
6. Vermarktung von Öl.....	82
7. Wie finde ich genügend Landwirte für eine gute Auslastung der Aufbereitungsanlage?.....	82
8. Mögliche Partner für eine Wertschöpfungskette:	82
9. Ausblick.....	83

Arbeitspaket 3-3: Analyse von potentiellen Partnern für Soja-Wertschöpfungsketten	84
1 Einleitung	84
2 Ergebnisse	84
2.1 Landwirte.....	84
2.2 Direktvermarkter	86
3 Fazit	89
Arbeitspaket 4-1: Qualitätssicherung und Marketing	91
1. Hintergrund	91
2. Kriterien	91
3. Kontrollsystem	93
Eigenständiger Standard oder Anbindung bestehende Standards.....	94
4. „Geprüfte Qualität – HESSEN“ und „Bio-Siegel – HESSEN“	94
Kontrollsystem der Qualitätsmarke „Geprüfte Qualität – HESSEN“ und des „Bio-Siegel-HESSEN“	94
Zusätzliches optionales Modul zum Hessen-Soja.....	95
5. Auslobung	95
6. Ausblick	96

Material

Arbeitspaket 1	97
A 1-1 Wertschöpfungskette „hessisches Öko-Soja“ – Marktanalyse	97
Arbeitspaket 2	97
A 2-1 Technologie der Sojaaufbereitung, verschiedene Analyseverfahren und Soja-Aufbereitungsanlagen in der Region.....	97
A 2-2 Technologie der Sojaaufbereitung, Analyseergebnisse, Wahl des richtigen Aufbereitungsverfahrens	97
Arbeitspaket 3	97
A 3-1 Organisationsformen, Förderprogramme und Investitionsrechnung	97
Arbeitspaket 4	97
AP 4-1 Qualitätssicherung und Marketing	97
Öffentlichkeitsarbeit	97
Ö 1 Projektsteckbrief	97

Ö 2 Posterpräsentation	97
Ö 3 Bericht in Naturland Nachrichten	97

Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung 1: Ergänzungsproteinbedarf in der hessischen Viehhaltung.....	2
Abbildung 2: EcoToast 100 bei Alexander Böhner (13.02.2016).....	26
Abbildung 3: Sojakuchen aus der Ölpresse von Alexander Böhner (13.02.2016)	27
Abbildung 4: Hydrothermische Aufbereitungsanlage von Florian Büttner (19.02.2016).....	29
Abbildung 5: Übersicht ausgewählter Rechtsformen in der Landwirtschaft	53
Abbildung 6: Wertschöpfungsketten Tierfutter und menschliche Ernährung	78
Abbildung 7: Verwendete Eiweißfuttermittel - Landwirte	85
Abbildung 8: Anteil Soja an der Futtermittellration - Landwirte	85
Abbildung 9: Sojabedarf pro Jahr in Tonnen - Landwirte	85
Abbildung 10: Zahlungsbereitschaft für heimisches Soja gegenüber GVO-freier Ware - Landwirte	86
Abbildung 11: Verwendete Eiweißfuttermittel – Direktvermarkter	87
Abbildung 12: Anteil Eiweißfuttermittel an der Futtermittellration – Direktvermarkter	87
Abbildung 13: Eiweißfuttermittelbedarf pro Jahr in Tonnen - Direktvermarkter	88
Abbildung 14: Zahlungsbereitschaft für heimisches Soja gegenüber GVO-freier Ware - Direktvermarkter	88
Abbildung 15: Werbung mit heimischen Futtermitteln - Direktvermarkter	89
Abbildung 16: Kontrollsystem der Qualitätsmarke „Geprüfte Qualität – HESSEN“ und des „Bio-Siegel – HESSEN“	95

Verzeichnis der Tabellen

Tabelle 1: Sojabedarf in der Schweinemast in der Operationellen Gruppe	4
Tabelle 2: Sojabedarf in der Geflügelhaltung in der Operationellen Gruppe	5
Tabelle 3: Ökologische Tierhaltung in Hessen.....	5
Tabelle 4: Sojaflächenbedarf in Hessen	6
Tabelle 5: Kennwerte bzw. Grenzwerte zur Bewertung der Qualität der zu untersuchenden Sojabohnen und Sojakuchen.	13
Tabelle 6: Zielwerte Aminosäurezielwerte von Sojabohnen und Sojakuchen bei der Fütterung von Schweinen und Geflügel.	17
Tabelle 7: Grenzwerte Eiweißlöslichkeit von Sojafuttermittel	17
Tabelle 8: Zusammensetzung von Samen, Leichtfraktion (Schalen) und Schwerfraktion (Kerne) bei Ackerbohnen.....	45
Tabelle 9: Massen der Fraktionen	45
Tabelle 10: Proteinmassen auf Trockenmasse bezogen und Proteinmassenverteilung	46
Tabelle 11: Durchschnittliche Zusammensetzung von Sojasamen in Gewichtsprozent	46
Tabelle 12: Übersicht ausgewählter Rechtsformen in der Landwirtschaft	53
Tabelle 13: Investitionskosten Gesamtanlage	65
Tabelle 14: Modell Optimal.....	67
Tabelle 15: Modelle Fläche/Bio/Wettbewerb.....	67
Tabelle 16: AfA f. Modell Optimal	68

Tabelle 17: AfA f. Modell Fläche	68
Tabelle 18: AfA f. Modell Bio	68
Tabelle 19: AfA f. Modell Wirtschaftlichkeit	68
Tabelle 20: Unterschiedliche Kredithöhe je Förderprogramm	69
Tabelle 21: Zins- und Tilgungsbelastung in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer	69
Tabelle 22: Zins- und Tilgungsbelastung im Modell Optimal (12.000 h)	70
Tabelle 23: Zins- und Tilgungsbelastung im Modell Fläche (9.000 h)	70
Tabelle 24: Zins- und Tilgungsbelastung im Modell Bio (1.875 h)	70
Tabelle 25: Zins- und Tilgungsbelastung im Modell Wettbewerb (7.200 h)	70
Tabelle 26: Jahresbelastung bei 10 Jahren Nutzungsdauer	71
Tabelle 27: Jahresbelastung bei 15 Jahren Nutzungsdauer	71
Tabelle 28: Fixe Betriebskosten pro h im Modell Optimal (12.000 h)	71
Tabelle 29: Fixe Betriebskosten pro h im Modell Fläche (9.000 h)	72
Tabelle 30: Fixe Betriebskosten pro h im Modell Bio (1.875 h)	72
Tabelle 31: Fixe Betriebskosten pro h im Modell Wettbewerb (7.200 h)	72
Tabelle 32: Modell Optimal (2.400 t Soja/a oder 10 Jahre/12.000 h Gesamtnutzungszeit)	73
Tabelle 33: Modell Fläche (1.200 t Soja/a oder 15 Jahre/9.000 h Gesamtnutzungszeit)	74
Tabelle 34: Modell Bio (250 t Soja/a oder 15 Jahre/1.875 h Gesamtnutzungszeit)	74
Tabelle 35: Modell Wettbewerb (960 t Soja/a oder 15 Jahre/7.200 h Gesamtnutzungszeit)	75
Tabelle 36: Zeitraum vor Gewinnung des Lebensmittels, innerhalb dessen eine Verfütterung von nicht zertifiziertem Hessen-Soja unzulässig ist	93

Arbeitspaket 1: Marktanalyse

Axel Wirz, Nadja Kasperczyk (FiBL Deutschland e.V.)

1. Einführung

Das Thema „Eiweißlücke“ prägt die Diskussion in der deutschen und hessischen Tierproduktion. Deutschland, wie auch Hessen, ist zurzeit nicht in der Lage, die benötigten Rohproteine auf pflanzlicher Basis für die Fütterung in der Tierproduktion selber anzubauen. Nur circa 40 Prozent der benötigten Eiweißfuttermittel kommen bisher aus Deutschland. Die bestehende Eiweißlücke wird vorwiegend über den Import von Soja aus Übersee gedeckt.

Hinzu kommt die gesetzliche Vorgabe, dass der ökologische Landbau bis 2018 das Ziel erreichen soll, 100 Prozent der Futtermittel regional und ökologisch zu erzeugen. Diese 100 Prozent Biofütterung sind derzeit verbunden mit Beschaffungs- und Produktionsschwierigkeiten. Gerade im Bereich der Eiweißkomponenten fehlen noch geeignete Konzepte und Lösungen, die ein Erreichen des 100 Prozent-Ziels bis 2018 ermöglichen.

2. Eiweißfuttermittelbedarf in Hessen

Wie in Gesamtdeutschland besteht auch in Hessen ein Defizit in der Eigenversorgung mit eiweißreichen Futtermitteln. Das Defizit in Hessen liegt mit 69 Prozent etwas höher als im deutschen Durchschnitt (59 Prozent). Nach Berechnungen des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH) beläuft sich der Gesamtproteinbedarf der hessischen Viehhaltung auf rund 274.000 Tonnen Rohprotein pro Jahr (LLH, 2013). Wird der Proteingehalt im Grundfutter und im Getreide der Futterrationen angerechnet, verbleibt ein Ergänzungsbedarf von ca. 54.657 Tonnen Rohprotein. Dies entspricht ca. 20 Prozent des Proteinbedarfs. Der Ergänzungsbedarf verteilt sich zu ca. 36 Prozent auf die Milchkuhhaltung sowie zu ca. 26 Prozent auf die Kälber- und Jungrinderaufzucht und die Rindermast. Damit entfallen rund 62 Prozent des gesamten Proteinergänzungsbedarfs in Hessen auf die Rinderhaltung. Auf die Schweinehaltung entfallen ca. 22 Prozent, auf die Geflügelhaltung rund 12 Prozent sowie ca. 4 Prozent auf die Schaf- und Ziegenhaltung (vgl. Abbildung 1).

Nach Berechnungen des LLH kann in Hessen in den nächsten fünf Jahren ein Potenzial an heimischen Eiweißfuttermitteln von insgesamt 22.250 Tonnen Rohprotein (RP) ausgeschöpft werden, das sich wie folgt zusammensetzt (LLH 2013, S. 3):

4.300 Tonnen RP (= 3%) zusätzlich aus Grundfutter

900 Tonnen RP durch eine um 5% effizientere Fütterung bei Schweinen und Geflügel

3.950 Tonnen RP durch eine 20%-ige Steigerung des Einsatzes von Rapsextraktionsschrot (RES) bei Milchkühen

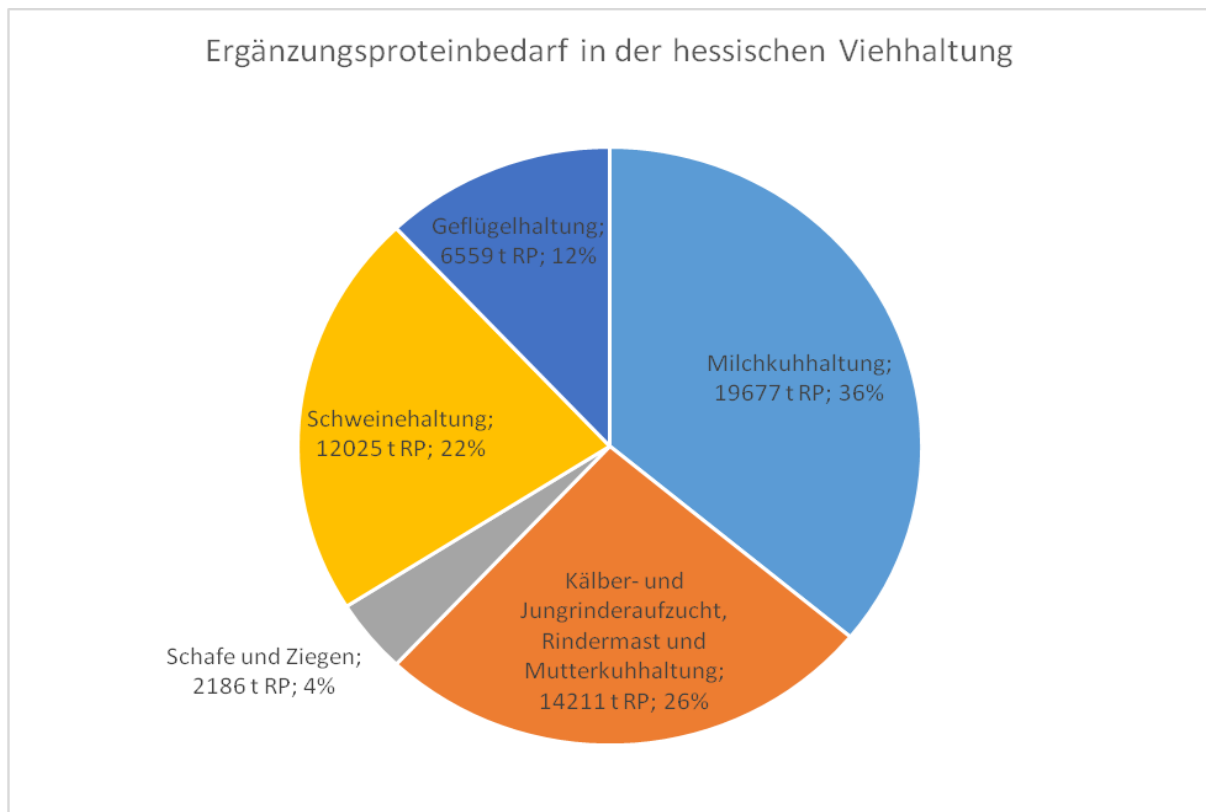
3.050 Tonnen RP durch eine Steigerung des AB/E/Lup.-Anbaus um 1% der Getreidefläche

6.500 Tonnen RP durch eine Steigerung des Sojaanbaus auf 5.000 ha

1.200 Tonnen RP durch den Ersatz von 10 Prozent Soja durch Rapsextraktionsschrot bei Schweinen

2.350 Tonnen RP durch den Ersatz von zusätzlich 25 Prozent Soja durch Rapsextraktionsschrot in der Rindermast

Abbildung 1: Ergänzungsproteinbedarf in der hessischen Viehhaltung



Quelle: eigene Darstellung nach LLH, 2013

Die Ausschöpfung dieses Eiweißpotenzials würde 41 Prozent des Proteinerfüllungsbedarfs ersetzen. Unter der Annahme, dass in der Milchkuhfütterung und in der Rindermast bereits ca. 70 Prozent und in der Schweinemast ca. 5 Prozent des Ergänzungsbedarfs über Raps-extraktionsschrot abgedeckt werden, reduziert sich der Ergänzungsbedarf um weitere 15.000 Tonnen RP. Danach verbleibt ein Fehlbedarf von ca. **17.350 Tonnen RP**. Dieser ist durch weitere Maßnahmen oder zu einem späteren Zeitpunkt durch eine weitere Ausdehnung des Anbaus heimischer Eiweißfuttermittelpflanzen abzudecken (LLH, 2013).

Auch der **ökologische Landbau in Hessen** ist von der Lücke in der Proteinversorgung betroffen. In Hessen gibt es laut Agrarstrukturerhebung (Hessisches Statistisches Landesamt, 2014) 200 Betriebe mit ökologischer Schweinehaltung (rd. 24.000 Tiere p.a.) und 400 Betriebe mit ökologischer Geflügelhaltung (rd. 250.000 Tiere p.a.).

3. Die OG-Betriebe

Zu der Operationellen Gruppe HEFU-Soja gehören als Praxispartner folgende Betriebe:

Hofgut Marienborn in 63654 Büdingen/Eckartshausen

Der Naturland-Betrieb wird von Christoph Förster geleitet und umfasst rund 250 Hektar landwirtschaftliche Nutzfläche. Davon sind 247 Hektar Ackerland und drei Hektar Grünland. Der Schweinemast-Betrieb hat 550 Mastplätze mit Stroheinstreu und Auslauf; gefüttert wird ad libitum. Zudem werden noch acht Mutterkühe auf dem Betrieb gehalten.

Naturland Hof Weber in 61194 Niddatal/Kaichen

Arbeitspaket 1: Marktanalyse

Der Naturland Hof wird von Christian Weber geleitet. Der Betrieb ist auf die Schweinemast spezialisiert und hat circa 240 Mastplätze mit Liegebuchten und Stroheinstreu. Zu dem Betrieb gehören 66 Hektar Ackerfläche. Die Schweine werden ad libitum gefüttert.

Hof Buchwald, Vogel GbR in 61130 Nidderau

Der Naturland-Betrieb von Rainer und Silke Vogel hat eine landwirtschaftliche Nutzfläche von rund 110 Hektar. Davon werden zehn Hektar als Grünland und 100 Hektar als Ackerland bewirtschaftet. Auf dem Betrieb werden 182 Schweine und 81 Bullen gemästet. Zudem bietet der Hof Buchwald Saisongärten an und ist ein Lernbauernhof.

Bioland-Betrieb Emmrich in 63683 Ortenberg

Der Bioland-Betrieb wird von Michael Emmrich geführt. Von den 117 Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche werden 65 Hektar als Ackerland und 53 Hektar als Grünland genutzt. Auf dem Betrieb werden rund 15 Sauen (Schwäbisch-Hällisches Landschwein) gehalten und es gibt 30 Schweinemastplätze. Darüber hinaus werden auf dem Hof 50 bis 60 Puten, 50 Mutterkühe, 6 bis 7 Färsen und 25 bis 30 Mastrinder gehalten. Die Tiere werden im Freiland gehalten und ad libitum gefüttert.

4. Soja-Bedarf der OG-Mitglieder

Um den Bedarf an Öko-Soja in den Betrieben der OG zu erfassen, wurde eine Befragung mittels eines Fragebogens durchgeführt und ausgewertet. Der Fragebogen ist im Anhang zu finden.

4.1 Schweinemast

Die vier Betriebe der OG halten zusammen rund 2.200 Schweine (p.a.). Die Futterrationen der einzelnen Betriebe unterscheiden sich in den Anteilen der Komponenten, wie folgt: Der Getreideanteil liegt zwischen 60 und 72 Prozent. Die Ackerbohne macht in der Fütterung einen Anteil von 4 bis 25 Prozent aus. Erbsen werden in zwei Betrieben zu 10 bzw. 12 Prozent eingesetzt. Der Anteil an Kartoffeleiweiß beträgt in zwei Betrieben 4 Prozent. Mineralfutter macht den kleinsten Anteil mit 3 bis maximal 6 Prozent aus. Ein Betrieb setzt 5 Prozent Soja ein.

Ausgehend vom Gesamtfuttermittelverbrauch für die Schweinemast können je nach Betrieb zwischen 10 und 20 Prozent durch Soja ersetzt werden. Daraus ergibt sich ein Bedarf an heimischem/hessischem Soja für alle vier Betriebe zusammen in Höhe von 155 Tonnen. Aktuell wird in den OG-Betrieben auf 16 Hektar Soja angebaut. Bei einem durchschnittlichen Ertrag von Bio-Soja in Höhe von 2,5 Tonnen je Hektar, werden derzeit rund 40 Tonnen Soja produziert. Einer der vier Betriebe, das Hofgut Marienborn, kann seine Soja-Anbaufläche von 5 Hektar potenziell auf 50 Hektar ausdehnen. Bei den anderen drei Betrieben ist dies nicht möglich.

Der Soja-Gesamtbedarf in der Schweinemast der vier OG-Betriebe liegt bei **155 Tonnen**. Ausgehend von einer potenziellen Anbaufläche von 62 Hektar können dort insgesamt 155 Tonnen Soja erzeugt werden können. Das heißt, der Soja-Bedarf der vier OG-Betriebe kann durch den gemeinsamen Anbau gedeckt werden.

Aus Tabelle 1 können die betriebsspezifischen Werte für Futterrationen, Soja-Bedarf und Soja-Anbau sowie weitere Daten entnommen werden.

4.2 Legehennenhaltung

Von den vier OG-Betrieben hält nur der Bioland-Betrieb Emmrich Geflügel (50-60 Puten). Um den Soja-Bedarf in der hessischen Geflügelhaltung genauer bestimmen zu können, haben wir die Daten eines weiteren Betriebes erhoben:

Westerwald Bio in 35713 Eschenburg

Der Naturland-Betrieb wird von Burghard Klein geleitet. Die Betriebsfläche beträgt 8 Hektar und der Tierbestand liegt bei rund 24.000 Legehennen.

Für beide Betriebe wurde ein Soja-Bedarf in der Höhe von **242 Tonnen** ermittelt.

Tabelle 2 enthält die betriebsspezifischen Werte für Futterrationen, Soja-Bedarf und Soja-Anbau und weitere.

Tabelle 1: Sojabedarf in der Schweinemast in der Operationellen Gruppe

Betrieb	Förster	Vogel	Weber	Emmrich	Summe
Mastplätze Schwein	550	182	240	40	
Anzahl Tiere	1200	400	500	100	2.200
Futterration aktuell	<ul style="list-style-type: none"> • 60% Getreide • 30% Ackerbohne • 4% Kartoffeleiweiß • 6% Mineralfutter 	<ul style="list-style-type: none"> • 72% Getreide • 20 -25% Ackerbohne • 3% Mineralfutter 	<ul style="list-style-type: none"> • 68% Getreide • 13% Ackerbohne • 12% Erbse • 4% Kartoffeleiweiß • 3% Mineral+ Öl 	<ul style="list-style-type: none"> • 65% Getreide • 10% Erbsen • 20% Ackerbohne • 5% Soja 	
Gesamtmenge Futtermittelverbrauch Schweinemast pro Jahr	700 t	150 t	230 t	100 t	
Austausch-Potenzial	10 - 12 % Soja	20% Soja	15% Soja	10%	
Bedarfsmenge	80 t	30 t	35 t	10 t	155 t
Anbau Soja aktuell	5 ha	3-5 ha	3-4 ha	3 ha	16 ha
Anbau Soja potenziell	50 ha	3-5 ha	3-4 ha	3 ha	62 ha
mögliche Erntemenge (2,5 t/ha)	125 t	13 t	9 t	8 t	155 t

Tabelle 2: Sojabedarf in der Geflügelhaltung in der Operationellen Gruppe

Betrieb	Klein	Emmrich	Summe
Anzahl Tiere	24.000 Legehennen	50-60 Puten	
Futtermitteln aktuell	<ul style="list-style-type: none"> • 90% Getreide • 10% Rapsschrot + Sonnenblumenkuchen 	<ul style="list-style-type: none"> • 55 – 60% Getreide • 20-25% Erbsen • 5-6% Bohne • 15% Soja 	
Gesamtmenge Futtermittelverbrauch Geflügel pro Jahr	3.000 t	13 t	
Austausch/ Potential	6-8%	15%	
Bedarfsmenge	240 t	2 t	242 t
Anbau Soja aktuell	0	(3 ha)	0
Anbau Soja potenziell	0	(3 ha)	0
mögliche Erntemenge (2,5 t/ha)	0		0

5. Öko-Sojabedarf in Hessen

Anmerkung: Da wir insbesondere in der ökologischen Rinderhaltung davon ausgehen, dass Soja als Eiweißkomponente in der Fütterung nicht verwendet wird, beziehen sich die nachfolgenden Hochrechnungen und Betrachtungen nur auf den Soja-Bedarf der ökologischen Schweinemast und Legehennenhaltung. Da die Haltung von anderem Geflügel, wie Puten etc. in Hessen vernachlässigbar gering ist, ist sie in der Hochrechnung nicht enthalten.

Die Anzahl der Schweine in den OG-Betrieben (2.200 Tiere p.a.) entspricht ungefähr 10 Prozent der gesamten Öko-Mastschweine in Hessen. Auch die im Rahmen der Befragung erfassten Legehennen (24.000) entsprechen knapp 10 Prozent der hessischen Öko-Legehennenhaltung (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Ökologische Tierhaltung in Hessen

Ökologische Tierhaltung in Hessen		
	Anzahl Betriebe	Anzahl Tiere p.a.
Schweine	200	24.000
Hühner	400	250.000

Quelle: Hessisches Statistisches Landesamt, 2014

Auf Basis des ermittelten Soja-Bedarfs für die Öko-Schweinemast (155 Tonnen) und die Öko-Legehennenhaltung (242 Tonnen) in der OG, lässt sich der Bedarf für in Hessen hochrechnen:

Der Soja-Bedarf für 100 Prozent **Öko-Schweinemast** entspricht in etwa 10 x 155 Tonnen = **1.550 Tonnen in Hessen.**

Der Soja-Bedarf für 100 Prozent **Öko-Legehennenhaltung** entspricht in etwa 10 x 240 Tonnen = **2.400 Tonnen in Hessen**.

6. Zusammenfassung

Der Soja-Bedarf für die Schweinemast der vier OG-Betriebe (155 Tonnen) kann durch den erweiterten Anbau auf den Flächen der OG-Betriebe (62 Hektar) gedeckt werden. Für den hessenweiten Bedarf an Öko-Soja für die ökologische Schweinemast und Legehennenhaltung reichen die derzeitigen Anbauflächen bei weitem nicht aus. Um einen Gesamtbedarf von rund 3.950 Tonnen pro Jahr zu produzieren, wären circa 1.580 Hektar Anbaufläche notwendig. Aktuell wird in Hessen auf 82 Hektar Öko-Soja angebaut. Das bedeutet, allein für den Öko-Bereich fehlen rund 1.500 Hektar Anbaufläche (vgl. Tabelle 4).

Es ist erklärtes Ziel des Landes Hessen, 5.000 Hektar Soja-Anbaufläche (konventionell und ökologisch) zu erreichen. Je nach Ertrag könnten so zwischen 12.500 (2,5 t je ha) und 17.500 Tonnen (3,5 t je ha) produziert werden. Wie dieses Flächenziel indes erreicht werden soll, ist noch offen. Klar ist auch, dass diese Mengen nicht ausreichen, um auch den konventionellen Soja-Bedarf in Hessen zu decken.

Tabelle 4: Sojaflächenbedarf in Hessen

Öko-Sojabedarf		Öko- Sojaflächen- bedarf (2,5 t pro ha)	Öko- Sojaflächen Stand 2016*	Differenz Öko- Sojaflächen Bedarf und Anbau	Sojaflächen konv. Stand 2016
Schweinemast (Hessen)	1.550 t	620 ha			
Legehennenhaltung	2.400 t	960 ha			
Summe	3.950 t	1.580 ha	83 ha*	1.497 ha	309 ha*

*Zahlen stammen aus LLH/HMUKELV

7. Literaturverzeichnis

Hessisches Statistisches Landesamt (2014a): Bodennutzung in Hessen 2014. Endgültiges Ergebnis. Kennziffer: C I 1 - j/14, November 2014

Hessisches Statistisches Landesamt (2014b): Agrarstrukturerhebung 2013. Landwirtschaftliche Betriebe und Viehbestände. Kennziffer: C IV 9 - 3/13 - 3, Statistische Berichte, 2. Aufl., Juli 2014

Hessisches Statistisches Landesamt (2014c): Rinderbestände und Rinderhaltungen im Mai 2014. Kennziffer: C III 1 - 5 - j/14, Juni 2014

Hessisches Statistisches Landesamt (2014d): Viehbestandserhebung – Schweine – im Mai 2014. Kennziffer: C III 1 - 3 - j/14, August 2014

Hessisches Statistisches Landesamt (2014e): Agrarstrukturerhebung 2013. Landwirtschaftliche Betriebe und ökologischer Landbau. Kennziffer: C IV 9 - 3/13 - 5, Statistische Berichte, 2. Aufl., Juli 2014

Arbeitspaket 1: Marktanalyse

Landesdienst Landwirtschaft Hessen (LLH) (2013): Hessisches Aktionsprogramm zur Förderung des Anbaues und des Einsatzes heimischer Eiweißfuttermittel

Arbeitspaket 2-1: Anlagentypen und Analysen

Lukas Vogt (Naturland Fachberatung)

1. Einleitung

1.1. Antinutritive Stoffe in Sojabohnen

Sojabohnen, roh oder nur unzureichend aufbereitet, sind dafür bekannt, einen negativen Einfluss auf die Futterwerte zu haben, wenn sie von wiederkäuenden Tieren verzehrt werden. Der Grund hierfür ist die Anwesenheit verschiedener antinutritiver Stoffe, die eine negative Wirkung auf Verdauung und Verwertung von Nährstoffen durch Tiere haben (Liener & Kakade 1980). Antinutritive Stoffe haben unabhängig vom Gehalt an verfügbaren Hauptnährstoffen, Vitaminen und Mineralstoffen negative Wirkungen auf Tiere (Asam et al. 2014b). Die Aktivität von Trypsin-Inhibitoren, den schädlichsten antinutritiven Stoffen in der Sojabohne (Qin et al. 1996), ist in Sojabohnen im Vergleich zu anderen Körnerleguminosen erhöht (Leterme et al. 1989). Daher ist es notwendig, rohe Sojabohnen vor der Verfütterung an Nicht-Wiederkäuer passend aufzubereiten. Die Auswirkungen und Ergebnisse verschiedener Verarbeitungsverfahren können erheblich variieren. Ein ideales Wärmebehandlungsverfahren sollte sowohl die antinutritive Stoffe ausreichend inaktivieren (Wilson & Poe 1985), als auch die Verfügbarkeit von essentiellen Aminosäuren im Sojafuttermittel (Van Barneveld 1993) erhalten. Die Optimierung der effizienten thermischen Verarbeitung ist abhängig von den Parametern: Temperatur, Dauer der Erhitzung, Feuchtigkeitsgehalt und Korngröße (Rackis 1974; Van der Poel et al. 1990; Melcion & van der Poel 1993).

Trypsin-Inhibitoren sind als sogenannte antinutritive Substanzen in Sojabohnen enthalten. Diese werden in der Pflanze als sekundärer Inhaltsstoff im sekundären Stoffwechsel produziert, um die Pflanze vor Schädlingen zu schützen (Asam et al. 2014b). Des Weiteren können sekundäre Inhaltsstoffe als Farb- oder Duftstoff dienen und das Pflanzenwachstum regulieren (Asam et al. 2014b). Trypsin-Inhibitoren setzen sich zusammen aus dem Bowman-Birk-Inhibitoren und dem Kunitz-Inhibitoren (Kunitz 1946; Kunitz 1947; Rackis & Anderson 1964; Asam et al. 2014b) und gehören zur Gruppe der Protease-Inhibitoren, in der Polypeptide bzw. Proteine in Nahrungspflanzen und tierischen Lebensmitteln zusammengefasst werden. Die Kunitz-Inhibitoren sind relativ hitze- und säureempfindlich, die Bowman-Inhibitoren sind stabiler (Olli et al. 1994).

Diese Protease-Inhibitoren hemmen zum Beispiel die eiweißspaltenden Verdauungsenzyme Chymotrypsin, Trypsin und Pepsin im Dünndarm. Diese Enzyme (auch als Proteasen bezeichnet) wirken im Magen-Darm-Trakt und sind dort für den hydrolytischen Abbau zuständig (Ahmed 2001). Protease-Inhibitoren können einen Anteil von circa 15 % des gesamten Sojaproteins ausmachen (Jeroch et al. 1993). Die Trypsin-Inhibitoren machen etwa 6 % des Proteins in geschältem, entfettetem Sojamehl aus (Rackis & Anderson 1964). Die Gehalte an Protease-Inhibitoren und die Aktivität der Trypsin-Inhibitoren variieren zwischen Sojasorten (Asam et al. 2014a).

1.2. Wirkung auf das Tier

Trypsin-Inhibitoren hemmen somit das Verdauungsenzym Trypsin und die Spaltung von Nahrungsproteinen in einzelne Aminosäuren. Die Hemmung der Trypsinaktivität erfolgt durch Disulfidbrücken zwischen den cysteinreichen Trypsin-Inhibitoren und Enzymen. Die zu spaltenden Proteine können somit nicht mehr vom Enzym Trypsin gebunden werden. Hierdurch kann die Eiweißverdaulichkeit, Futteraufnahme, Gesundheit und Leistung der Tiere erheblich vermindert werden (Rackis 1974). Die Effekte (u.a. Wachstumshemmung vor allem bei Jungtieren, Senkung der umsetzbaren Energie, reduzierte Fettaufnahme, reduzierte Eiweißverdaulichkeit, Pankreas-Hypertrophie und verringerte Verfügbarkeit von Aminosäuren, Vitaminen und Mineralien) von rohen Sojabohnen sowie nicht ausreichend erhitzten Sojabohnen und -futtermitteln auf den Organismus von Nicht-Wiederkäuern sind fast alle miteinander verknüpft (Green & Lyman 1972; Rackis 1972 & 1974; Rackis & McGhee 1975; Liener 1979; Collins & Beaty 1980; Rackis & Gumbmann 1981; Corring et al. 1985; Zebrowska et al. 1985; Calam et al. 1987; Crass et al. 1987; Birk 1989). So stimulieren Trypsin-Inhibitoren beispielsweise die Biosynthese von Enzymen in der Bauchspeicheldrüse und erhöhen dadurch den grundlegenden Bedarf des Tieres an Aminosäuren aufgrund einer erhöhten Sekretion von Bauchspeicheldrüsenenzymen in den Darmtrakt (Rackis 1972, 1974). Die Synthese von Cystein kann so in der Bauchspeicheldrüse um das Sieben- bis Zehnfache erhöht werden und es gibt eine deutliche Zunahme bei der Umwandlung von Methionin in Cystein (Rackis 1972, 1974). Durch diese beiden Prozesse (Verstoffwechsellung und Umwandlung der Aminosäuren) können die limitierenden Aminosäuren in Sojaprotein schnell nicht mehr durch die Fütterung gedeckt werden (Rackis 1972, 1974). Es wurde zudem gezeigt (Rackis 1974), dass Pankreas-Hypertrophie, hervorgerufen durch unzureichend erhitztes Sojafuttermittel, zu einem übermäßigen Verlust durch verstärkte fäkale Verluste an endogenen Proteinen, ausgedeutert von der Bauchspeicheldrüse, führen kann. Der sich ergebende Nettoverlust von schwefelhaltigen Aminosäuren aus dem Körper würde den Methionin-Mangel von Sojaprotein weiter steigern und die Wachstumshemmung weiter verstärken.

1.3. Beurteilung der Futterqualität

In Sojabohnen kommen neben Trypsin-Inhibitoren noch weitere Protease-Inhibitoren (u.a. Chymotrypsin, Plasmin, Elastase, Thromboplastin) vor. Diese in der Sojabohne enthaltenen Protease-Inhibitoren reagieren ähnlich auf Hitzeeinwirkung und können somit alle durch einen passend gewählten Erhitzungsprozess deaktiviert werden. Zur Beurteilung der Futterqualität des Sojafuttermittels nach der Aufbereitung wird standardmäßig ausschließlich die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität gemessen, da die Trypsin-Inhibitoren den mit Abstand größten und somit entscheidenden Anteil der Protease-Inhibitoren ausmachen. Des Weiteren ergaben Studien (Rackis 1972, Collins & Beaty 1980), dass Trypsin-Inhibitoren für 30-50 % zu den beobachteten wachstumshemmenden Wirkungen von rohen Sojabohnen beitragen und für fast alle aufgetretenen Pankreas-Hypertrophien verantwortlich sind. Somit sind Trypsin-Inhibitoren die am häufigsten auftretenden und gefährlichsten antinutritive Stoffe in der Sojabohne.

In Deutschland wird häufig zur qualitativen Beurteilung der Aufbereitung des Sojafuttermittels die Urease-Restaktivität als Indikator für die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität gemessen. Die direkte Messung der Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität ist angeblich aufwendig und teuer. Die Messung wird nur von wenigen Laboratorien angeboten. Urease ist ein charakteristischer, ungefährlicher Inhaltsstoff der Sojabohne, der ebenfalls wärmeempfindlich ist. Urease ist das Enzym, das Harnstoff in Ammoniak und Kohlenstoffdioxid spaltet (Asam et al. 2014b). Urease wirkt dann störend, wenn die Bohnen gemeinsam mit harnstoffhaltigem Futter an Wiederkäuer verfüttert werden und somit die Freisetzung von Ammoniak erhöht wird. Das

Enzym Urease kann ebenfalls durch eine Erhitzungsbehandlung inaktiviert werden (Asam et al. 2014b). Somit dient die Messung der Restaktivität des Enzyms Urease als Ersatzgröße (Asam et al. 2014b). Die Urease-Aktivität, das heißt die aus einer definierten Harnstofflösung je Minute in Form von Ammoniak bei 30°C freigesetzte Stickstoffmenge, sollte bei getoasteten Sojabohnen und -produkten unter 0,4 mg g⁻¹ Trockenmasse liegen (Tab. 1; Asam et al. 2014b; Menke & Huss 1987). Die Messung der Urease-Restaktivität ist billiger als die direkte Trypsin-Inhibitoren-Messung und wird in vielen Laboratorien deutschlandweit standardmäßig angeboten. **Folgende Frage, muss geklärt werden: Wie genau spiegelt die Urease-Restaktivität die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität wieder und wie hoch ist die Fehleranfälligkeit bei der Verwendung dieser Ersatzgröße.** Obwohl die Urease-Restaktivität ähnliche Inaktivierungsmuster wie die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität zeigt, ist Urease vor allem empfindlicher gegenüber hohen Temperaturen als Trypsin-Inhibitoren (Qin et al. 1996). In einer Studie von Qin et al. (1996) wurde gezeigt, dass eine 2,5-minütige Temperaturerhöhung auf 120°C nach einer 2,5-minütigen Wärmebehandlung bei 102°C die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität auf einen Gehalt von 37,5 % im Vergleich zur Restaktivität bei 102 °C senkte. Die gleiche Wärmeerhöhung führte jedoch zu einer deutlich stärkeren Senkung der Urease-Restaktivität (nur 2,8 % Urease-Restaktivität nach 120°C im Vergleich zu Startwert nach 102°C). Dies deutet auf eine höhere Empfindlichkeit der Urease gegenüber thermischen Behandlungsverfahren hin (Qin et al. 1996) und verstärkt Zweifel an der Eignung der Messung der Urease-Restaktivität als Ersatzgröße für die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität. Die Restaktivitäten von Urease und Trypsin-Inhibitoren in dampfbehandelten Sojabohnen (hydrothermisches Aufbereitungsverfahren) korrelierten schwach ($R^2 = 0,8439$; Qin et al. 1996). Im Gegensatz dazu korrelierte die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität (TIA: trypsin inhibitor activity [mg g⁻¹]) nach dem hydrothermischen Aufbereitungsverfahren in den Sojabohnen deutlich besser zur Eiweißlöslichkeit in Wasser (PDI: protein dispersibility index [%]; Korrelation $R^2 = 0,9590$) bzw. dem Lecithin-Gehalt [$\mu\text{g g}^{-1}$] (Korrelation $R^2 = 0,9841$; Qin et al. 1996).

Lecithine werden auch als Hämaglutine bezeichnet und sind wie Trypsin-Inhibitoren ein schädlicher antinutritiver Stoff (Pusztai et al. 1979; Liener & Kakade 1980). Lecithine können sich an der Zellmembran binden und biochemische Reaktionen auslösen (Asam et al. 2014b). Des Weiteren können Lecithine Erythrozyten, also Blutkörperchen, verkleben. Dieser Vorgang wird auch als Hämagglutination bezeichnet (Asam et al. 2014b). Lecithine im Futtermittel können sich auch an die Darmzotten der gefütterten Tiere heften und die Darmlumina schädigen, die Nährstoffverdauung vermindern und eine Nährstoffabsorption hervorrufen (Ahmed 2001; Asam et al. 2014b). Mit Hilfe einer thermischen Aufbereitung des Sojaprodukts können Lecithine denaturiert werden. Der Denaturierungsprozess kann aber auch durch NaCl-, Metall-Ionen- und Enzymeinsatz erfolgen (Ahmed 2001). Für die Inaktivierung der Lecithine und für die Verbesserung der Nährstoffverwertung der Leguminosen ist die Denaturierung der Peptidkette in den Lecithinen der entscheidende Faktor (Ahmed 2001). Durch die Aufbereitung und die Denaturierung verlieren die Lecithine ihre Affinität zu den Erythrozyten (Ahmed 2001). Somit wird ihre antinutritive Wirkung verringert (Ahmed 2001; Asam et al. 2014b). Ein typischer Lecithingehalt in Sojabohnen, welche entölt wurden, liegt zwischen 1-3 % vom Gesamtproteingehalt (Liener & Rose 1953; Ahmed 2001; Asam et al. 2014b). In einer Untersuchung von Marquardt et al. (1976) wirkten Lecithine in Sojabohnen schwach auf die Blutzellen von Schweinen und stark auf die Blutzellen von Kaninchen. Grant et al. (1985) beschrieb, dass Lecithine in Sojabohnen bei wachsenden Rindern und bei Schweinen zu einem Körpermasseverlust führen können.

Phytinsäure und die Salze der Phytinsäure dienen Pflanzen als wichtigster Phosphorspeicher (Ahmed 2001; Asam et al. 2014b). Die Phytinsäure und ihre Salze können jedoch auch

eine Komplexbildung mit verschiedenen Elementen zu schwerlöslichen Metallverbindungen eingehen (Asam et al. 2014b). Diese Verbindungen werden als Phytate bezeichnet und können die Nährstoffversorgung von monogastrischen Tieren verringern, wenn sie mit Sojafuttermitteln gefüttert werden, da Monogastrern das Enzym Phytase fehlt (Asam et al. 2014b). Des Weiteren kann Phytinsäure die Eiweißverwertung bei Monogastriden verschlechtern, da Phytinsäure auch mit Protein schwer lösliche Komplexe bildet (Asam et al. 2014b). Ein typischer Phytinsäuregehalt in den Samen von Sojabohnen, liegt zwischen 10 bis 15 g kg⁻¹ (Asam et al. 2014b). Durch ein thermisches Aufbereitungsverfahren können auch die antinutritiven Eigenschaften der Phytinsäure reduziert werden (Asam et al. 2014b).

1.4. Untersuchungsparameter und verschiedene Aufbereitungsverfahren

Der Wärmeprozess muss nicht nur eine ausreichende Inaktivierung der Trypsin-Inhibitoren gewährleisten, sondern es muss gleichzeitig auch ein signifikanter Abbau an essentiellen Aminosäuren vermieden werden (Rackis 1974; Van der Poel et al. 1990; Melcion & van der Poel 1993). Die Wirksamkeit der thermischen Verarbeitung hängt ab (wie oben erwähnt) von einer Kombination von Temperatur, Dauer der Erhitzung, Feuchte und Partikelgröße (Rackis 1974). Es kann ein HTST-Verfahren (High temperature short time) oder ein Verfahren bei niedrigeren Temperaturen über längere Zeiten (LTLT) verwendet werden (Van der Poel et al. 1990).

Die richtige Wärmebehandlung ist eine absolute Voraussetzung für Soja-Proteinprodukte, um eine maximale Ausnutzung von essentiellen Nährstoffen sicher zu stellen (Rackis 1974). Neben der oben diskutierten Inaktivierung von Trypsin-Inhibitoren, der Beseitigung von Pankreas-Hypertrophie, ist die Umwandlung von Rohprotein in leichter verdauliche Formen und die Verbesserung der Verwertung der essentiellen Nährelemente ein Ziel der Aufbereitung (Rackis 1974; Liener 1979). Erfahrungen aus der Praxis belegen, dass die bislang angewandten Behandlungsverfahren oft nicht den erforderlichen Erfolg aufweisen (Überhitzung oder unzureichende Erhitzung). Zudem kann aus den üblichen Labormethoden zur Messung des Behandlungseffektes nicht immer eine eindeutige Aussage zur Fütterungseignung abgeleitet werden (Steiner & Bellof 2009). Eine thermische Behandlung birgt jedoch zusätzlich die Gefahr einer Proteinschädigung in sich (Steiner & Bellof 2009). Somit muss ein Kompromiss zwischen den positiven Auswirkungen und dem Beginn der Protein schädigenden Reaktionen angestrebt werden (Menke & Huss 1987; Steiner & Bellof 2009). Schon eine geringe Überschreitung der Temperatur kann zu Schädigungen der schwefelhaltigen Aminosäuren Cystein und Methionin führen (Steiner & Bellof 2009). Parsons (2000) stellte fest, dass insbesondere die Aminosäure Lysin von einer Schädigung und Verdaulichkeitsminderung betroffen ist.

Nach den Ergebnissen von Chang et al. (1987) sowie Monari & Wiseman (1993) sollte die Trypsin-Inhibitoren-Aktivität angemessen verarbeiteter Sojabohnen einen Grenzwert von 4 mg g⁻¹ Produkt nicht überschreiten (Tab. 1). Es sollte natürlich eine möglichst vollständige Ausschaltung der Trypsin-Inhibitoren erreicht werden, aber mindestens eine Verringerung um 90 % (Asam et al. 2014a & 2014b). Es wurde gezeigt, dass die Trypsin-Inhibitoren-Aktivität um 79-87 % gesenkt werden muss um die maximale Gewichtszunahme und die maximale Verdaulichkeit zu erreichen und um 55-69 % gesenkt werden muss um pankreatische Hypertrophien zu vermeiden (Rackis et al. 1975; Liener & Thomlinson 1981).

Die Eiweißlöslichkeit ist ein weiteres gebräuchliches Kriterium zur Prüfung des Toasteffektes. Die Eiweißlöslichkeit des Sojaprodukts in Wasser (H₂O) wird auch als PDI (Protein Dispersibility Index) bezeichnet. Thermische Behandlungen zur Aufbereitung von Sojabohnen bergen die Gefahr von Proteinschädigungen. So müssen einerseits antinutritive Substanzen ausrei-

chend vermindert werden, allerdings soll das Protein dabei möglichst wenig geschädigt werden. Bei zu starker Erhitzung können Maillard-Reaktionen (ungewünschte Nebenreaktionen) auftreten, die sich negativ auf die Verdaulichkeit und besonders auf die Verfügbarkeit von essenziellen Aminosäuren auswirken können. Eine Maillard-Reaktion entsteht bei einer zu starken Erhitzung von Futtermitteln. Dabei werden die im Futter vorhandenen Polysaccharide zu einfachem Zucker umgewandelt, der mit freien Aminosäuren Komplexe bildet. Der gebildete Komplex ist durch Enzyme nicht mehr spaltbar. Zur Prüfung des Aufbereitungseffektes wird hierfür die sogenannte Proteinlöslichkeit (PDI) untersucht. Sie zeigt die Denaturierung der Proteine an. Je intensiver die Hitzebehandlung ist, desto geringer wird die Proteinlöslichkeit. Allerdings gibt es bislang noch keine eindeutig definierte Grenze, die eine Überhitzung exakt definiert (Asam et al. 2014b). Für den PDI wird ein Wertebereich von 15-28 % empfohlen (Tab.1; Monari & Wiseman 1993). Nach Bollmann & Bassler (1959) sollte die Eiweißlöslichkeit für Sojaextraktionsschrot zwischen 20 und 40 % liegen (Tab. 1). Menke & Huss (1987) geben für den in Wasser dispergierbaren Anteil des Gesamtproteins einen Bereich von 25 - 40 % an. Der Mindestanteil sollte 15 % betragen (Menke & Huss 1987; Steiner & Bellof 2009). Wenn die Proteinlöslichkeit kleiner als 15 % ist, liegen vermutlich Proteinschädigungen vor. Nach Naumann & Bassler (1988) ist dagegen für Sojaprodukte ein Optimalbereich von 10 - 35 % anzunehmen (Tab. 1). Die abweichenden Grenzwerte in der Literatur verdeutlichen, dass kein einheitlicher Bereich für die Überhitzung festgelegt und definiert wurde (Asam et al. 2014b).

Neben der Eiweißlöslichkeit des Proteins in Wasser (PDI) wird als ein weiterer Parameter häufig die Eiweißlöslichkeit in Kalilauge (KOH) bestimmt. In Untersuchungen wurden deutlich geringere Zunahmen bei Broilern und Mastschweinen festgestellt, wenn die Löslichkeit in KOH geringer als 72 % war. Sojabohnen mit einer hohen Proteinlöslichkeit in KOH wiesen sehr gute Verdaulichkeiten auf, solange die Ureaseaktivität im empfohlenen Bereich lag (Asam et al. 2014b).

Eine weitere Methode zur Überprüfung der thermischen Behandlung und zur Abschätzung von Überhitzungsschäden ist die Messung der Kresolrotabsorption. Mit zunehmender Hitze einwirkung steigt die Fähigkeit von Sojaproteinen Farbstoffe mit einer Phtaleingruppe zu binden (Menke & Huss 1987; Steiner & Bellof 2009). Die optimale Verwertung des Proteins liegt bei Sojaschroten bei einer Absorption von 5,4 - 6,6 mg Kresolrot g^{-1} (Tab. 1; Zelter & Delort-Laval 1971; Steiner & Bellof 2009). Nach VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) MB III (Methodenhandbuch 3) gilt als Optimalbereich für Sojaprodukte ein Kresolrotwert von 5 - 6 mg Kresolrot g^{-1} (Tab. 1; Naumann & Bassler 1988).

Zuletzt sollten auch noch die Aminosäuregehalte des Sojaprodukts überprüft werden. Die Wertigkeit wird an den Gehalten essenzieller Aminosäuren abgeleitet. Durch eine zu starke Erhitzung von Sojabohnen bzw. Sojafuttermitteln gehen vor allem die essenziellen Aminosäuren Lysin, Methionin, Cystein und Tryptophan verloren. Die Gehalte dieser Aminosäuren in den Futtermitteln können mit klassischer und aufwendiger Nasschemie bestimmt werden. In den letzten Jahren wurden jedoch kostengünstige Verfahren auf Basis von Nahinfrarotspektroskopie (NIRS)-Technik entwickelt. Vor allem reaktives Lysin nimmt linear durch eine zunehmende Hitze einwirkung ab und kann mittels dieser NIRS-Technik gemessen werden. Dadurch existiert ein weiterer Indikator für die Beurteilung einer angemessenen Soja-Aufbereitung (Asam et al. 2014b).

Die Bestimmung der Verfügbarkeit der Aminosäuren ist im Gegensatz zur Bestimmung der Gehalte sehr aufwändig.

Tabelle 5: Kennwerte bzw. Grenzwerte zur Bewertung der Qualität der zu untersuchenden Sojabohnen und Sojakuchen.

Parameter	Grenz-/Kennwerte			
	Rohbohne	Optimal behandelt	Überbehandelt	Quellen
Ureaseaktivität	> 0,4 mg g ⁻¹ min ⁻¹	< 0,4 mg g ⁻¹ min ⁻¹	-	Menke & Huss 1987; Asam et al. 2014b
Trypsin-Inhibitoren- Restaktivität (TIA)	25 mg g ⁻¹	< 2 mg g ⁻¹ bzw. < 4 mg g ⁻¹	> 2 mg g ⁻¹ bzw. > 4 mg g ⁻¹	Asam et al. 2014b; Chang et al. 1987; Monari & Wiseman 1993
Trypsin-Inhibitoren-Units (TIU)	80 TIU mg ⁻¹ TS	< 3 TIU mg ⁻¹ TS	> 3 TIU mg ⁻¹ TS	Asam et al. 2014b
Eiweißlöslichkeit in H₂O	80-90 %	15-45 % bzw. 15-28 % bzw. 20-40 % bzw. 10-35 %	< 15 %	Asam et al. 2014b; Monari & Wiseman 1993; Bollmann & Bassler 1959; Menke & Huss 1987; Steiner & Bellof 2009; Naumann & Bassler 1988
Eiweißlöslichkeit in KOH	-	< 72 %	> 72 %	Asam et al. 2014b
Kresolrotabsorption	-	5,4 bis 6,6 mg Kresolrot g ⁻¹ bzw. 5 bis 6 mg g ⁻¹	-	Asam et al. 2014b; Naumann & Bassler 1988; Zelter & Delort-Laval 1971; Steiner & Bellof 2009

1.5. Fütterungsversuche: Folgen von schlecht aufbereitetem Futtermittel

Allgemein ist festzustellen, dass je mehr Hitze während der Aufbereitung auf das Sojaprodukt einwirkt, desto geringer ist die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität und desto besser ist das Eiweiß im Sojafuttermittel dünn darmverdaulich. In einem Fütterungsversuch zeigten Puten, die mit einem Futtermittel mit einem Mischungsanteil von Sojakuchen über 25 % gefüttert wurden, eine sehr schlechte Futtermittelverwertung und Gewichtsentwicklung (Bellof 2002). Untersuchungen zeigten, dass der verwendete Sojakuchen im Futtermittel eine zu geringe Eiweißlöslichkeit von nur 6,2 % hatte und dies als Grund angesehen werden kann (Bellof 2002). In einem anderen Putenmastversuch mit ebenfalls sehr hohem Mischungsanteil von Sojakuchen und Sojabohnen von zusammen bis zu 34 % im Futtermittel zeigte sich keine schlechte Futtermittelverwertung und Gewichtsentwicklung (Schmidt et al. 2007). Hier lag die Eiweißlöslichkeit zwischen 12,1 % (Sojakuchen) und 22,9 % (Sojabohnen). Diese Werte entsprechen offenbar einer geeigneten Größenordnung (Schmidt et al. 2007).

Für Legehennen liegen keine entsprechenden Versuche wie für Puten vor und dementsprechend auch keine so detaillierten Ergebnisse (Steiner & Bellof 2009). Allgemein ist festzustellen, dass für eine ökologische Fütterung von Legehennen die Versorgung mit schwefelhaltigen Aminosäuren, an erster Stelle Methionin, der begrenzende und entscheidende Faktor ist (Steiner & Bellof 2009). Bereits bei geringen Überhitzungen von Sojabohnen und Sojakuchen im Aufbereitungsprozess kann es zu starken Defiziten in der Aminosäureverfügbarkeit und zu Leistungseinbrüchen in der Legeleistung kommen (Steiner & Bellof 2009).

Aus früheren Studien lässt sich feststellen, dass für die Fütterung von Schweine der Lysin-gehalt in dem Sojafuttermittel entscheidend ist (Steiner & Bellof 2009).

In einem Fütterungsversuch von Steiner & Bellof (2009) gab es eine Partie Sojabohnen, welche hydrothermisch behandelt wurde, die eine Urease-Restaktivität von $0,894 \text{ mg N g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ aufwies und somit deutlich über dem empfohlenen Wert von $0,4 \text{ mg N g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ lag (Tab. 1; Menke & Huss 1987). Die anderen Sojapartien (hydrothermisch behandelt, Expander-Behandlung, thermisch behandelt) zeigten Urease-Restaktivitäten die unter dem Grenzwert lagen. Die Partie, welche hydrothermisch mit einem Expander behandelt wurden, führte bei den Masthähnchen zu sehr guten Leistungen, während bei den Legehennen nur mittlere Leistungen erreicht werden konnten (Steiner & Bellof 2009). Die Parteien mit niedriger Eiweißlöslichkeit in Verbindung mit der niedrigen Ureaseaktivität führten bei den Masthähnchen zu hohen Leistungen, hingegen scheint es so, dass diese Sojakuchen für die Legehennen bereits zu stark erhitzt wurden und somit die Eiweißlöslichkeit zu niedrig war (Steiner & Bellof 2009). Die Partie mit einer erhöhten Urease-Restaktivität führte bei Masthähnchen zu den schlechtesten Leistungen, jedoch bei den Legehennen zu den besten Legeleistungen (Steiner & Bellof 2009). Die Ergebnisse der Studie zeigten, dass rein thermische Verfahren kritisch zu sehen sind, da trockene Hitze angewandt wird, Sojabohnen zu hohen Temperaturen ausgesetzt sind und der Schutz der Proteine durch eine Hydrathülle wie bei hydrothermischen Verfahren nicht gegeben ist. Thermische Verfahren führen somit leicht zu Überhitzungsschäden und zu geringen Eiweißlöslichkeiten (Steiner & Bellof 2009). Aus den Untersuchungsergebnissen leiten Steiner & Bellof (2009) ab, dass es zwischen den Tierarten Unterschiede gibt, wie die Sojaprodukte optimal behandelt werden sollten.

Steiner & Bellof (2009) stellten fest, dass Sojafuttermittel, welche in der Aufbereitung einer leichten Überhitzung ausgesetzt wurden, an Masthähnchen verfüttert werden sollen. Im Gegensatz dazu sollen Sojafuttermittel, welche in der Aufbereitung einer zu geringen Wärmewirkung ausgesetzt wurden, an Legehennen verfüttert werden. Die Schlussfolgerung von Steiner & Bellof (2009) ist somit, dass auch nicht optimal behandelte Sojafuttermittel erfolgreich an bestimmte Tierarten verfüttert werden können.

Herkelmann et al. (1992) fütterten Schweine mit zwei unterschiedlichen Sorten roher Sojabohnen. Die eine Sorte hatte einen niedrigen Protease-Inhibitorengehalt und die andere Sorte einen durchschnittlichen. Dabei wurde eine höhere Lebendmassezunahme von 9 % in der Fütterungsgruppe von Sojabohnen mit dem niedrigeren Protease-Inhibitorengehalt im Vergleich zu der anderen Sorte festgestellt.

2. Material und Methoden

2.1. Material

Proben sollten vom Sojafuttermittel nach der Aufbereitung genommen werden. Die Sojaprobe sollte jeweils in einem ausgewählten Labor untersucht werden, um die Vergleichbarkeit der Analyseergebnisse zu gewährleisten. Die zusätzliche Analyse von Rohbohnen könnte Informationen über Sorten und Standorteffekte geben.

2.2. Methoden

2.2.1. Messung der Ureaseaktivität

Testmethode: Die Bestimmung der Ureaseaktivität (Enzymbestimmung) erfolgt nach VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) MB III (Methodenhandbuch 3) 20.1 (Naumann & Bassler 1988):

Die Sojaprobe wird durch ein Millimetersieb gemahlen (möglichst ohne Entstehung von Hitze). Nach dem Mahlen wird standardmäßig keine Kaltextraktion mit Hexan durchgeführt, außer bei Vollfettsojabohnen; hier braucht man eine Kaltextraktion um das Fett zu entfernen. Eine Kaltextraktion mit Hexan macht nur Sinn, wenn Bohnen einen Fettgehalt von 20-30 % haben. Bei Sojaprodukten mit niedrigen Fettgehalten ist sie nicht nötig. Nach dem Mahlen bzw. der Kaltextraktion wird die gemahlene Probe mit 10 ml Harnstoff versetzt und geschüttelt, damit sich Ammoniak bildet. Danach wird sie für 30 Minuten in ein Wasserbad (30°C) gegeben. Wenn Urease (oder in diesem Fall noch Aminosäuregruppen, N-Bruchstücke) vorhanden ist, findet eine Reaktion statt und es entsteht Ammoniak. Danach erfolgt die Abkühlung und das Versetzen mit HCl, um das Ganze zu neutralisieren (Titration) und somit die Reaktion zu stoppen. Als Ergebnis erhält man eine Aussage darüber, wie viel Urease in 30 Minuten reagiert hat. Gemessen wird in freigesetztem Stickstoff ($\text{mg N g}^{-1} \text{min}^{-1}$). Eine Ureaseaktivität kleiner 0,5 ist in Ordnung.

Zur Messung der Ureasereaktivität gibt es keine Ringversuche. Eine entsprechende Datengrundlage muss allgemein als „nicht vorhanden“ eingestuft werden. Daher kann keine Aussage zur Vergleichbarkeit zwischen den Ergebnissen verschiedener Laboratorien getroffen werden. Einzelne Laboratorien haben in eigenem Interesse ihre Ergebnisse von anderen Laboratorien gegenmessen lassen, um die Genauigkeit ihrer Messung einschätzen zu können. Die Ergebnisse müssen aber von jedem Labor einzeln abgefragt werden.

2.2.2. Messung des Rohproteingehalts

Testmethode: Die Bestimmung des Rohproteingehalts erfolgt nach VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) MB III (Methodenhandbuch 3) 4.1.2. (Naumann & Bassler 1988).

2.2.3. Messung der Eiweißlöslichkeit in H₂O und KOH

Testmethoden:

Die Bestimmung des löslichen Eiweißes in H₂O erfolgt nach VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) MB III (Methodenhandbuch 3) 20.2. (Naumann & Bassler 1988).

Die Bestimmung der Eiweißlöslichkeit in H₂O erfolgt nach VDLUFA (Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten) MB III (Methodenhandbuch 3) 4.2.1. (Naumann & Bassler 1988).

Für Bestimmung des löslichen Eiweißes in KOH und die Bestimmung der Eiweißlöslichkeit in KOH gibt es keine einheitliche Methode, daher keine VDLUFA-Analyseverfahrensbeschreibung.

Allgemeiner Analyseablauf: Zunächst wird die Probe gemixt und zentrifugiert. Danach wird die Probe in H₂O bzw. in KOH geben. Hierbei wird ermittelt, wie viel Eiweiß sich im Wasser bzw. in der Kalilauge gelöst hat.

Lösliches Eiweiß in H₂O bzw in KOH: Messgröße bzw. wahrer gemessener Wert. Dieser Wert muss aber noch durch das Gesamteiweiß geteilt werden, um dann die Eiweißlöslichkeit zu erreichen.

Eiweißlöslichkeit in H₂O bzw in KOH: $\frac{\text{Lösliches Eiweiß [sdfsdf]}}{\text{Rohproteingehalt [sdfsdf]}} \times 100$

2.2.4. Messung einzelner Aminosäuren in Sojaprobe

Die Messung einzelner essentieller Aminosäuren mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) befindet sich noch in der Entwicklung. Einige Laboratorien sind derzeit mit der Kalibration der NIRS-Technik für Sojaprobe beschäftigt. Wenn die NIRS standardmäßig zur Messung von Aminosäuren angeboten werden kann, werden die heute noch sehr hohen Analysekosten mittels klassischer Nasschemie stark sinken, da die Analysekosten nach der zu Beginn sehr aufwendigen Kalibration für einzelne zu untersuchende Arten dann nur noch sehr gering sind. Bis es soweit ist, wird es aber mindestens noch zwei Jahre dauern. Für das laufende Projekt sollte zur Bestimmung einzelner Aminosäuren daher auf die klassische Nasschemie zurückgegriffen werden.

3. Vorschläge zu Durchführung der Analytik

3.1. Eiweißmenge und -qualität

3.1.1. Rohproteingehalt

Der Rohproteingehalt sollte möglichst hoch sein. Je höher der Rohproteingehalt, desto besser. Als grobe Grenzwerte können für Sojabohnen ein Rohproteingehalt größer 36 % und für Sojakuchen ein Rohproteingehalt größer 40 % festgehalten werden. Zur genauen Überprüfung der Qualität des Sojafuttermittels ist aber nicht nur der Rohproteingehalt entscheidend, sondern es muss auch die genaue Aminosäureverfügbarkeit (welche Aminosäuren sind in welcher Menge verfügbar) überprüft werden. Im Idealfall liegt neben einem möglichst hohen Rohproteingehalt auch ein möglichst hoher Gehalt an essentiellen Aminosäuren vor und der Gehalt an nicht-essentiellen Aminosäuren ist nicht zu hoch. Für bestimmte Tierarten sind einzelne essentielle Aminosäuren entscheidend: Beispielsweise sollte ein Sojafuttermittel, welches für Legehennenfütterung verwendet wird, einen möglichst hohen Methioningehalt aufweisen.

3.1.2. Aminosäuregehalte:

Durch Auswertung von unveröffentlichten Analysedaten (mündliche Mitteilung Vogt-Kaute) konnten folgende Zielwerte für die Aminosäuregehalte in g kg^{-1} (Gramm pro Kilogramm) der essentiellen Aminosäuren Methionin, Cystein und Lysin in Sojafuttermittel berechnet werden (Tab. 2). Allgemein sollte der Gehalt der Aminosäuren in Sojafuttermittel möglichst hoch sein. Eine deutliche Unterschreitung des Zielwerts im Methioningehalt, macht das Sojafuttermittel beispielsweise weniger interessant für die Verfütterung an Geflügel.

Tabelle 6: Zielwerte Aminosäurezielwerte von Sojabohnen und Sojakuchen bei der Fütterung von Schweinen und Geflügel.

Aminosäure	Zielwert Sojabohne in g kg^{-1}	Zielwert Sojakuchen in g kg^{-1}
Methionin	4,8	5,4
Cystein	6,0	6,6
Lysin	20,0	23,0

Tabelle 7: Grenzwerte Eiweißlöslichkeit von Sojafuttermittel

Zustand/ Qualität des Sojafuttermittels	Eiweißlöslichkeit in KOH [%]	Eiweißlöslichkeit in H_2O [%]
Rohbohne	-	80-90 %
Optimal behandelt	78-85 %	15-45 %
Überbehandelt (verminderte Eiweißverdaulichkeit)	<72 % (kleiner als 72 %)	<15 % (kleiner als 15 %)

3.1.3. Eiweißlöslichkeit

Die Eiweißlöslichkeit sollte unbedingt in Kalilauge gemessen werden, da Wasser ein zu schwaches Lösungsmittel ist und in früheren Studien somit die Eiweißlöslichkeit unterschätzt wurde. Am aussagekräftigsten und verlässlichsten sind die Werte, wenn sowohl die Eiweißlöslichkeit in Kalilauge als auch in Wasser analysiert wurde und die Einhaltung der beiden folgenden Grenzwerte geprüft werden kann (Tab. 3).

3.1.4. Umsetzbare Energie für Gesamtrationsberechnung

Für die Gesamtrationsberechnung in Mega Joule (MJ) im Geflügelbereich sollte die umsetzbare Energie möglichst gering sein (Zielwert Sojakuchen in der Fütterung von Geflügel: <11,0 MJ), da der Sojakuchen einen möglichst hohen Eiweißgehalt haben sollte (s.o.). Ist die umsetzbare Energie im Sojakuchen sehr hoch, deutet dies auf hohe Ölgehalte und dementsprechend niedrigere Eiweißgehalte hin. Ein gut entölter Sojakuchen zeigt somit einen geringen Gehalt an umsetzbarer Energie.

3.1.5. Mögliche Laboratorien für Analyse der Eiweißmenge und -qualität

Die Messung des Rohproteingehaltes und der Eiweißlöslichkeit in H_2O wird von fast allen Laboratorien angeboten, welche Analysen von Futtermitteln anbieten. Diese Messungen wären

beispielsweise in Weihenstephan, beim LKS Sachsen, bei Food Analytik Consulting in Jena und bei der Lufa NW in Oldenburg möglich. Die Messung der Eiweißlöslichkeit in KOH ist in Deutschland keine Standardmethode und wird daher nur von wenigen Laboratorien angeboten. Ein mögliches Labor, welches sowohl die Messung der Eiweißlöslichkeit in H₂O (Kosten: 60,30 € pro Probe) und der Eiweißlöslichkeit in KOH (Kosten: 60,30 € pro Probe) anbietet, ist die Ages Österreich in Wien (Abteilung Futtermittelanalytik: +43 50 55533215). Es ist zu beachten, dass im Idealfall sowohl die Eiweißlöslichkeit in KOH als auch die Eiweißlöslichkeit in H₂O gemessen werden sollte und beide Messungen vom gleichen Labor durchgeführt werden müssen, da sonst wegen fehlender Ringversuche und schlechter Vergleichbarkeit von Analyseergebnissen verschiedener Laboratorien die beiden Parameter nicht miteinander verglichen werden können. Da die Ages Österreich in früheren Studien (Asam et al. 2014a) zuverlässig und schnell (Dauer bis Analyseergebnis nicht länger als 14 Tage) gearbeitet hat, erscheint sie als mögliches Labor interessant. Bei anderen Laboratorien ist die Zuverlässigkeit geringer und es kann mehrere Monate dauern bis Analyseergebnisse vorliegen (mündliche Mitteilung Ludwig Asam).

Mögliche Laboratorien für die Aminosäuremessungen mittels klassischer Nasschemie sind:

Weihenstephan (08161 713331):

Messung einer beliebigen essentiellen Aminosäure: 60 €

Alle essentiellen Aminosäuren: 250 €

LKS Sachsen (Herr Hanschke: 037206 87140):

Messung einer beliebigen essentiellen Aminosäure: 60 €

Alle essentiellen Aminosäuren: 250 €

Extrakosten für Messung von Tryptophan: 60 €

Food Analytik Consultin in Jena (Frank Tischendorf: 03641 3096335):

Messung einer beliebigen essentiellen Aminosäure: 55 €

Messung jeder weiteren Aminosäure zusätzlich zum Grundpreis von 55 € für die erste Aminosäure: 15 €;

Aufschlag für schwefelhaltige Aminosäuren: 15 €

LUFA NW in Oldenburg (Werner Müller: 0441 801850):

Messung Lysin: 68 €

Messung Trionin: 68 €

Messung Methionin: 80 €

Messung Cystein: 80 €

Messung Lysin, Trionin, Cystein und Methionin zusammen: 110 €

Ages Österreich (Futtermittelanalytik: +43 50 55533215 oder +43 50 55533216)

Kosten Messung aller Aminosäuren (außer Tryptophan): 255 €

Es gibt noch viele weitere Laboratorien die Messung essentieller Aminosäuren mittels klassischer Nasschemie anbieten. Die Preise sind stark schwankend. Im Idealfall sollte die Messung der essentiellen Aminosäuren im selben Labor durchgeführt werden, in dem auch die Eiweißlöslichkeit und der Rohproteingehalt gemessen wurde. Die Bestimmung des Rohproteingehalts sollte in jedem der oben genannten Laboratorien durchführbar sein, da es sich um eine Standardanalysetechnik im Futtermittelbereich handelt.

3.2. Verdaulichkeitsparameter

Hier ist zunächst festzustellen, dass die Messung der Urease-Restaktivität die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität unzureichend widerspiegelt. Daher ist der indirekten Trypsin-

Inhibitoren-Messung mittels Urease die direkte Trypsin-Inhibitoren-Messung vorzuziehen. Eine direkte Trypsin-Inhibitoren-Messung ist in Deutschland keine Standardmethode und daher nur zeitweise im Zuge anderer Forschungsprojekte in deutschen Laboratorien möglich. Die Kosten der direkte Trypsin-Inhibitoren-Messung pro Probe betragen bei der Ages Österreich 77 € + Mehrwertsteuer. Die Messung ist jederzeit möglich und bis zum Vorliegen der Analyseergebnisse dauert es (abhängig von Anzahl der zu untersuchenden Proben) ca. 14 Tage.

Im Idealfall sollten sowohl Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität als auch Urease-Restaktivität gemessen werden, um die Ungenauigkeit der Ureasemessung genau quantifizieren zu können. Hierbei muss ein Labor ausgewählt werden, welches beide Messungen anbietet.

Indirekte Messung mittels Urease sind in vielen Laboratorien möglich (Weihenstephan, Ages Österreich in Wien, Food Analytik Consulting in Jena, Lufa NW in Oldenburg usw.). Diese deutschen Laboratorien bieten jedoch keinen direkten Trypsin-Inhibitoren-Messungen an. Die Ages Österreich würde sowohl indirekte Trypsin-Inhibitoren-Messungen mittels Urease (38,80 € pro Probe) als auch direkte Trypsin-Inhibitoren-Messungen (Preis pro Probe s.o.) anbieten.

3.2.1. Zielkorridore direkte Trypsin-Inhibitoren-Messung

Trypsin-Inhibitoraktivität (TIA) in mg g^{-1} :

Rohbohne: ca. 25 mg g^{-1} ,

optimal behandelt: < 2 mg g^{-1}

Trypsin-Inhibitor Units (TIU) in TIU/mg TS:

Rohbohne: ca. 80 TIU/mg TS,

optimal behandelt: < 3 TIU/mg TS

3.2.2. Zielkorridore indirekte Trypsin-Inhibitoren-Messung

Zielwerte über indirekte Messung mittels Urease-Restaktivität:

Die freigesetzte Stickstoffmenge sollte bei getoasteten Sojabohnen unter $0,4 \text{ mg g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ (bezogen auf Trockenmasse) liegen.

3.3. Mögliches Labor für direkte Trypsin-Inhibitoren-Messung, Ureasemessung, Aminosäuren und Eiweißlöslichkeit

Ages Österreich (Futtermittelanalytik: +43 50 55533215 oder +43 50 55533216)

Kosten direkte Trypsin-Inhibitoren-Messung pro Probe: 77€ + Mehrwertsteuer: Messung jederzeit möglich und dauert (abhängig von Anzahl der zu untersuchenden Proben) ca. 14 Tage bis Ergebnisse vorliegen

Kosten indirekte Trypsin-Inhibitoren-Messung mittels Urease pro Probe: 38,80 €

Kosten Eiweißlöslichkeit in KOH pro Probe: 60,30 €

Kosten Eiweißlöslichkeit in H_2O pro Probe: 60,30 €

Kosten Messung aller Aminosäuren (außer Tryptophan): 255 €

4. Verschiedene Aufbereitungsverfahren

Es gibt verschiedene Verfahren, um antinutritive Substanzen aus Sojafuttermitteln zu entfernen und die Futterwerte und Nährstoffverfügbarkeiten von Sojafuttermitteln zu verbessern. Es handelt sich hierbei um:

thermische,
hydrothermische,
mechanische und
druckthermische

Behandlungsverfahren. In der Praxis finden sich auch häufig Aufbereitungsverfahren, die mehrere dieser vier Verfahren kombinieren. Der Behandlungserfolg im Hinblick auf die Reduzierung von antinutritiven Substanzen und Verbesserung der Futterwerte und Nährstoffverfügbarkeit hängt von verschiedenen Faktoren ab (u.a. im Behandlungsverfahren angewandte Temperatur, Feuchtigkeit, Druck, Behandlungsdauer). **Das Ziel jedes Aufbereitungsverfahrens muss es sein, antinutritive Substanzen durch eine ausreichend hohe Temperatur zu verringern ohne eine Proteinschädigung, Vitaminschädigung und Aromenschädigung durch zu hoch gewählte Temperaturen hervorzurufen.** Eine Proteinschädigung durch die sogenannte Maillard-Reaktion (ausgelöst durch zu hohe Temperaturen) verringert die Verdaulichkeit des Futters und damit den Futterwert stark. Der Grund ist die Bildung von nicht-spaltbaren Komplexen im Zuge der Maillard-Reaktion aus einzelnen Aminosäuren. Die Parameter (vor allem Eiweißlöslichkeit in Wasser und KOH), welche die Proteinschädigung widerspiegeln, werden auch als Verdaulichkeitsparameter bezeichnet. Hydrothermische Verfahren scheinen die Trypsin-Inhibitoren am einfachsten ausreichend genug zu senken ohne Proteinschädigungen hervorzurufen (gemessen mit Hilfe der Eiweißlöslichkeit in Wasser oder KOH). Bei thermischen Verfahren hingegen besteht die Gefahr, dass eine ausreichende Reduzierung der Trypsin-Inhibitoren erst bei einer Behandlungsdauer und -temperatur erreicht wird, die schon zu Proteinschädigungen führen kann. Die oben genannten Grenzwerte (s. Tab. 1) sollten hierbei nicht unterschritten werden. Ein thermisches Verfahren bedarf daher einer sehr großen Sorgfalt bei der Wahl der Behandlungsparameter und der Durchführung. Zudem können nur fortlaufende Analysen zeigen, ob nicht einer der beiden Grenzwerte (Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität und Eiweißlöslichkeit) nicht erfüllt wird. Allgemein sind thermische Verfahren mit höheren Risiken verbunden als hydrothermische, welche den Vorteil der Konservierung des Feuchtigkeitshaushaltes des Sojafuttermittels im Laufe der Behandlung gewährleisten.

4.1. Thermische Behandlungsverfahren

Der Begriff thermische Behandlungsverfahren umfasst eine Reihe verschiedener Verfahren, welche ohne Wasser- und Druckzugabe arbeiten und somit nur auf Temperaturzugabe beruhen. Meist werden Röstverfahren (Johnson et al. 1980), Heißluftbehandlungen, Mikrowellenbehandlungen (Yoshida & Kajimoto 1988) und Infrarotbestrahlungen (Hutton & Foxcroft 1975) als klassische thermische Verfahren angesehen. Weltweit betrachtet ist die Heißluftbehandlung das wohl am häufigsten verwendete thermische Behandlungsverfahren. Hierbei wird das Sojafuttermittel stark erhitzt (häufig auf Temperaturen zwischen 110 bis 120°C) und die in der Sojabohne enthaltene Feuchtigkeit hierdurch verdampft. Nach der Erhitzung wird das Sojafuttermittel häufig in einem Flockierungsprozess gequetscht.

Ein weiteres sehr beliebtes thermisches Behandlungsverfahren ist das Rösten in einem abgeschlossenen Zylinder, der mit einem mit Gas gefüllten Behälter verbunden ist. Die hierbei verwendeten Temperaturen sind ähnlich gewählt wie bei einer Heißluftbehandlung. Bei diesem thermischen Verfahren spielt jedoch neben der Temperatur auch die Feuchtigkeit häufig eine entscheidende Rolle im Laufe der Behandlung (Johnson et al. 1980). Der Wassergehalt in den Bohnen verringert sich wie bei der Heißluftbehandlung stark auf bis zu 30 %. Eine zu geringe Behandlungsdauer (und -temperatur) birgt die Gefahr, dass der gewünschte Behandlungserfolg (Verringerung der antinutritiven Substanzen) nicht eintritt. Durch fortlaufen-

de Laboruntersuchung kann eine ausreichende Behandlungsdauer und -temperatur gefunden werden.

Bei der Mikrowellenbehandlung funktioniert die Behandlung wie in einer haushaltsüblichen Mikrowelle ohne Kontakt zu einer Wärmequelle. Es werden Drehungen und Schwingungen der Wassermoleküle in den Sojabohnen erzeugt und durch die hierdurch hervorgerufene Reibung entsteht Wärme. Der Behandlungserfolg ist daher nur von der Behandlungszeit (meist um die 10 Minuten), der Watt Zahl (optimal bei 2450 MHZ) und der Feuchtigkeit der behandelten Sojabohnen (optimal bei ca. 25%) abhängig (Yoshida & Kajimoto 1988). Die Wahl der richtigen Behandlungszeit und Watt Zahl ist abhängig von der Feuchtigkeit der Sojabohnen. Yoshida & Kajimoto (1988) zeigten, dass die Trypsin-Inhibitoren schon nach einer vierminütigen Behandlung bei 2450 MHZ vollständig ausgeschaltet wurden, wenn zuvor ein optimaler Wassergehalt von 25% durch Anfeuchtung der Bohnen erreicht wurde (Yoshida & Kajimoto 1988). Trockene Sojabohnen mussten für eine vollständige Inaktivierung der Trypsin-Inhibitoren für 6 Minuten bei gleicher Watt- und Behandlungszeit aufbereitet werden (Yoshida & Kajimoto 1988). In Sojabohnen mit einer Feuchtigkeit von 49,7% konnte nicht einmal nach einer 12-minütigen Behandlung eine vollständige Inaktivierung erreicht werden (Yoshida & Kajimoto 1988).

Ein weiteres thermisches Behandlungsverfahren ist die Infrarotbestrahlung von Sojafuttermitteln (Hutton & Foxcroft 1975). Es handelt sich hierbei um eine kurzzeitige trockene Hitzebehandlung (Frank 1988). Die Temperatur der behandelten Sojabohnen wird im Laufe der Infrarotbestrahlung bis auf Spitzentemperaturen von 170°C erhöht. Durch die sehr hohen Temperaturen kann es leicht zur unerwünschten Maillard-Reaktion (s.o.) kommen (Jansen & Friedrich 1975). Dies kann nur durch fortlaufende Kontrollen der Behandlungsergebnisse und große Sorgfalt im Behandlungsprozess vermieden werden (Jansen & Friedrich 1975). Ein weiterer Nachteil der Infrarotbestrahlung ist der hohe Energieverbrauch dieser Methode.

4.2. Hydrothermische Behandlungsverfahren

Bei hydrothermischen Behandlungsverfahren erfolgt die Behandlung der Sojabohnen mit Hilfe eines Überdrucks im System oder durch einen von außen angelegten Druck („Außen-Druck“). Bei hydrothermischen Verfahren wird Wärme mittels Dampf an die Bohne gebracht. Entscheidende Faktoren für den Erfolg hydrothermischer Behandlungsverfahren sind die Feuchtigkeit und die Temperatur der Sojabohnen sowie die Behandlungsdauer. Die bedeutendsten hydrothermischen Verfahren sind das Kochen, das Autoklavieren, die Behandlung in einem Hydroreaktor, das Expandieren sowie die Extrusion. Expandieren und Extrusion werden auch häufig zu den druckthermischen Verfahren gezählt.

Unter dem Kochen versteht man das Erhitzen von Wasser auf mindestens 100°C. Durch den Phasenübergang von Wasser aus dem flüssigen in den gasförmigen Aggregatzustand entsteht ein Überdruck im geschlossenen Gefäß. Das Kochen beruht anders als andere hydrothermische Verfahren nur auf der Wirkung des Luftdrucks. Albrecht et al. (1966) haben festgestellt, dass sowohl die Trypsin-Inhibitoren als auch die Urease vollständig in Sojabohnen (vor Behandlung angefeuchtet auf eine Feuchte von 62-65 %) durch Kochen für 5-7 Minuten inaktiviert wurden. Die Trypsin-Inhibitoren wurden in dieser Studie (Albrecht et al. 1966) gleichschnell wie die Urease zerstört. Eine Studie von Petres et al. (1990) zeigte, dass die Urease-Restaktivität bei einer Behandlungsdauer von 20 Minuten bei 95°C auf 0 % sank. Die Behandlungserfolge (Senkung der Trypsin-Inhibitoren und der Urease) im Kochprozess hängen stark von der Dauer und der Temperatur der Erhitzung ab (Petres et al. 1990).

Ähnlich wie beim Kochen wird beim Autoklavieren ein Überdruck durch Wassererhitzung in einem geschlossenen System erzeugt. Aletor & Oja (1989) zeigten in einer Studie, dass die

Behandlungsmethode des Autoklavierens weniger effektiv die Trypsin-Inhibitoren-Aktivität senkte als die Behandlungsmethode des Röstens und Kochens. Kochen (120 Minuten) und Rösten (30 Minuten) führten zu einer Reduzierung der Trypsin-Inhibitoren um mehr als 90 %, die Autoklavierung führte nur zu einer Reduzierung um 64-69 % (Aletor & Oja 1989).

Eine Behandlung des Sojafuttermittels in einem Hydroreaktor ist das aufwendigste hydrothermische Aufbereitungsverfahren. In einem Hydroreaktor sind mehrere Etagen eingebaut, die durch Öffnungen miteinander verbunden sind und luftdicht gegenüber dem Äußeren durch ein Gehäuse abgeschlossen sind. Im Laufe der Behandlung wird der Dampf direkt in die jeweilige Etage geblasen. Vor dem Einführen des Futters in den Hydroreaktor wird das Sojafuttermittel einem Walzenstuhl zerkleinert. Eine sehr feine Zerkleinerung oder Vermahlung des Sojafuttermittels ist hierbei nicht nötig. Vor dem Einlass des Futters in den Hydroreaktor wird es angefeuchtet und anschließend in den Reaktor gegeben. Dort wird die Temperatur des Sojafuttermittels zunächst auf 102°C angehoben. Das Sojafuttermittel wird im Hydroreaktor langsam von der oberen bis zur jeweils untergelagerten Etage transportiert bis es die unterste Etage erreicht. Entscheidend für den Behandlungseffekt sind die Temperatur und Feuchtigkeit des Sojafuttermittels und die Behandlungszeit im Hydroreaktor. Häufig beträgt die Behandlungszeit zwischen 10 und 40 Minuten. Qin et al. 1996 zeigten, dass eine maximale Inaktivierung der Trypsin-Inhibitoren bei 134°C für 1,5 Minuten und 100°C für 40 Minuten erfolgte.

4.3. Mechanische Behandlungsverfahren

Zu den mechanischen Behandlungsverfahren gehören Entschälen, Mahlen, Quetschen und Flockierung des Sojafuttermittels. Beim Mahlen, Quetschen und bei der Flockierung handelt es sich um einen Zerkleinerungsprozess des Sojafuttermittels. Häufig werden mechanische Behandlungsverfahren (vor allem Zerkleinerungsprozesse) zusätzlich zu thermischen Behandlungsverfahren durchgeführt, um deren Effektivität hinsichtlich der Inaktivierung anti-nutritiver Stoffe (insbesondere Trypsin-Inhibitoren) im Sojafuttermittel zu steigern. Positive Nebeneffekte einer mechanischen Behandlung können eine Steigerung der Enzymwirkung sein und die Verringerung von Magenverletzungen der Tiere, die mit dem Sojafuttermittel gefüttert werden (Ahmed 2001). Somit kann durch mechanische Behandlungsverfahren allgemein die Verdaulichkeit des Sojafuttermittels gesteigert werden. Bei Zerkleinerungsprozessen kann die Feinheit des Sojafuttermittels frei gewählt werden und es können gröbere oder feinere Zerkleinerungsprodukte erzeugt werden (Ahmed 2001). Die häufigste Methode ist die Zerkleinerung in Hammermühlen, gefolgt von der Zerkleinerung in Walzenmühlen. Die Zerkleinerung in Walzenmühlen bietet den Vorteil, dass sie im Gegensatz zur Zerkleinerung in Hammermühlen einen geringeren Energieverbrauch (30-40 % geringer) hat. Außerdem sind Feuchtigkeitsverlust des Sojafuttermittels und Lärmpegel geringer (Ahmed 2001). Des Weiteren ist die Größenverteilung der Zerkleinerungsprodukte von Hammermühlen inhomogener als die von Walzenstühlen (engere Größenverteilung) und allgemein sind die Zerkleinerungsprodukte feiner als von Walzenstühlen (Ahmed 2001). Die Vor- und Nachteile von feinerem oder gröberem Futtermittel in der Tierernährung und die Effekte auf die Tierentwicklung können in Behnke (1996) gefunden werden. Wondra et al. (1993) untersuchten den Einfluss der beiden Mühlentypen (Hammermühlen und Walzenstühle) auf das Wachstum und die Leistung von Schweinen und deren Magen-Morphologie. Allgemein kann das Mahlgut von Walzenstühlen leichter zu Magenverletzungen führen als das Mahlgut von Hammermühlen (Ahmed 2001; Behnke 1996). Die Ursache liegt in der erläuterten Größenverteilung und Feinheit des Futters. Die kugelförmigere Struktur des Futtermittels von Hammermühlen kann die Nährstoffverfügbarkeit und -aufspaltbarkeit durch Enzyme verschlechtern (Goihl 1995; Ahmed 2001).

4.4. Druckthermische Behandlungsverfahren

Expander- und Extrusion-Aufbereitungsverfahren beruhen auf ähnlichen Prozessprinzipien (Traylor et al. 1998). Expander wurden entwickelt, um den Durchlauf und die Leistung zu erhöhen, den Energieverbrauch zu verringern und die Anschaffungskosten im Gegensatz zu Extrusion-Behandlungsverfahren zu verringern (Traylor et al. 1998). Da Extruder schon deutlich länger verwendet werden, sind die Effekte extrudierter Futtermittel in Fütterungsversuchen deutlich besser erforscht als die von Expandern (Traylor et al. 1998).

Expandieren beruht auf dem Effekt der Ausdehnung durch Erhitzung. Das Sojafuttermittel dehnt sich durch Hitze einwirkung aus (Ahmed 2001). Im Expander drücken Schnecken zunächst das Futter zusammen und durch die hierdurch erhöhte Reibung erhöht sich die Temperatur des Sojafuttermittels (Ahmed 2001). Die Temperaturerhöhung wird durch die Erzeugung eines Überdrucks im Expander verstärkt. Optional kann auch Dampf mit hohem Druck dem im Expander befindlichen Sojafuttermittel zugegeben werden (Ahmed 2001). Anschließend wird das Sojafuttermittel schlagartig durch eine Druckentlastung ausgedehnt und das Volumen des Sojafuttermittels erhöht sich bis um das Achtfache (Ahmed 2001). Eine Behandlung mit einem Expander führt aber nicht nur zu einer Inaktivierung der antinutritiven Substanzen, sondern auch zu einer Keimreduzierung (Hygienisierung), zur Hydrolyse der Stärke, zur Verringerung der Proteinlöslichkeit in Wasser und KOH und zur Veränderung anderer sensorischer Eigenschaften (Heidenreich 1996; Ahmed 2001). Traylor et al. (1998) zeigte, dass eine Erhöhung des Druckeinsatzes in der Expanderbehandlung die Effektivität und die Nährstoffverfügbarkeit (v.a. N-Verdaulichkeit) von Sojabohnen in der Schweinefütterung steigerte. Johnston et al. (1997) zeigte, dass hydrothermisch behandeltes Sojafuttermittel zu einer höheren Wachstumsrate bei Schweinen führt als Sojafuttermittel, welches in einem Expander behandelt wurde. Ahmed (2001) zeigte, dass eine Expander-Behandlung mit geringerem Energieeinsatz (20 kWh t^{-1}) ohne Kombination mit anderen Verfahren keinen großen Effekt auf die Verbesserung der Futterwerte hatte. Deshalb sollte für die Verbesserung der Futterwerte die Expander-Behandlung mit zusätzlichem Energieeintrag (40 kWh t^{-1}) oder Dampfzufuhr kombiniert werden (Ahmed 2001).

Bei Extrudern ist wie in einem Expander eine Schneckenwelle eingebaut (Ahmed 2001; Asam et al. 2014d). Zunächst erfolgt eine Vorkonditionierung des Sojafutters. Anschließend verdichtet die Schneckenwelle das Sojafuttermittel. Ein Extruder ist eine Kombination aus thermischen und mechanischen Behandlungsverfahren. Es erfolgt wie beim Expander eine Druckbehandlung und eine Temperaturbehandlung von 140 bis 150°C (Ahmed 2001). Der Behandlungserfolg im Extruder wird durch die Einstellung der Temperatur, Druck und Verweilzeit und durch die Sojafuttermittel-Feuchtigkeit bestimmt. Bei zu hohem Energieeinsatz besteht wie bei anderen Behandlungsverfahren die Gefahr der Maillard-Reaktion (s.o.). Dies ist zu vermeiden, um nicht die Verdaulichkeit und den Futterwert des Sojafuttermittels zu verringern (Ahmed 2001). Marsman et al. (1993) zeigten, dass bei der Behandlung in einem Extruder die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität in Vollfettsojabohnen ausreichend gesenkt werden kann. Voraussetzung ist die passende Einstellung der Behandlungseinstellung (Temperatur, Druck, Verweilzeit, Feuchtigkeit). Marsman et al. (1993) erzielten mit Behandlungseinstellungen von 23% Sojabohnen-Feuchtigkeit und einer Temperatur von 115°C eine Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität von 4 mg g^{-1} . Der Grenzwert wird somit knapp unterschritten, aber mit anderen Behandlungsverfahren lassen sich deutlich niedrigere Trypsin-Inhibitoren-Restaktivitäten erreichen. Liebert et al. (1996) zeigte, dass eine Behandlung von Vollfettsojabohnen bei 115°C in einem Extruder zu keiner Senkung der Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität unter den Grenzwert führte. Solche unterschiedlichen Behandlungsergebnisse können an vielen Faktoren liegen, wie zum Beispiel sich unterscheidende Feuchtigkeit der Sojafuttermittel, unterschiedliche Verweilzeiten des Sojafuttermittels im Extruder, kleine Un-

terschiede im Aufbau und Wirkweise der verwendeten Expander und sonstige Unterschiede in den zu behandelnden Sojabohnen.

Insgesamt ist die Wirksamkeit von Extrudern nicht ausreichend in der Literatur festgestellt und wurde teilweise kritisiert. Eine weitere Problematik der Behandlung mit einem Extruder ist die Tatsache, dass bei geringer Feuchtigkeit der Sojabohnen sehr hohe Temperaturen von bis zu 150°C nötig sind, um die Trypsin-Inhibitoren-Aktivität ausreichend zu senken. Marsman et al. (1995, 1997) zeigten in einem Fütterungsversuch von Broilern, dass die Extrusion von Sojafuttermittel zu einem besserem Futterverwertungsverhältnis in Broilern führt als die Verfütterung von getoastetem Sojafuttermittel. Beide Experimente von Marsman et al. (1995, 1997) zeigten deutlich die positive Wirkung der Extrusion von Sojafuttermittel auf die Wachstumsleistung von Geflügel. Da die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivitäten des extrudierten und getoasteten Sojafuttermittels in beiden Studien von Marsman et al. (1995, 1995, 1997) sehr gering waren, liegen die Ursachen für die gute Futterwertung und das gute Wachstum durch die Fütterung von extrudiertem Sojafuttermittel nicht in sich unterscheidenden Trypsin-Inhibitoren-Restaktivitäten. Der Grund liegt vielmehr in der höheren Gelatinisierung der im Sojafuttermittel enthaltenen Stärke (Modifizierung der Stärkestruktur; Freire et al. 1991; Marsman et al. 1997; Ahmed 2001). Die Verdaulichkeit der Nicht-Stärke-Polysaccharide im Sojafuttermittel bei Broilern ist in extrudierter Ware (267 g kg⁻¹) höher als bei getoasteter Ware (114 g kg⁻¹; Marsman et al. 1997, Ahmed 2001). Nach Meinung von Freire et al. (1991) kann die verbesserte Stärkeverdaulichkeit zu einer Veränderung der mikrobiellen Aktivität im Verdauungstrakt führen. Dies kann zu einer Modifizierung der endogenen N-Ausscheidungen aus der mikrobiellen Fermentation führen (Freire et al. 1991; Ahmed 2001). Ein weiterer großer Vorteil von Extrudern liegt in der guten mechanischen Behandlung der Rohfasern durch die Scherkräfte, die gute Homogenisierung des Sojafuttermittels und die somit bessere Fermentation der Rohfasern bei der anschließenden Verdauung Sojafuttermittels (Ahmed 2001). Wisemann (1984) zeigte, dass extrudierte Vollfettsojabohnen den höchsten Gehalt an umsetzbarer Energie hatten (17,9 MJ kg⁻¹), Vollfettsojabohnen nach einer Mikrowellen-Behandlung den zweithöchsten Gehalt an umsetzbarer Energie (17,5 MJ kg⁻¹) und thermisch behandelte Vollfettsojabohnen den niedrigsten Gehalt aufwiesen (15,5 MJ kg⁻¹).

5. Anlagenbeispiele für die vorgestellten Aufbereitungsverfahren

Einen guten Überblick über Soja-Aufbereitungsanlagen in Deutschland bietet die Zusammenfassung (Stand 2014) von Asam et al. (2014c). Im Folgenden sollen zusätzlich einige Anlagen zu den verschiedenen Aufbereitungsverfahren vorgestellt werden. Bei jeder der im Folgenden vorgestellten Anlage wurde von dem Betreiber nicht nur der Anlagentyp und die genaue Funktionsweise abgefragt, sondern auch die Einhaltung der Qualitätsgrenzwerte des aufbereiteten Sojafuttermittels und welche Methodik das mit der Qualitätsüberprüfung beauftragte Laboratorium verwendet. Hierzu wurden die Laboratorien kontaktiert.

5.1. Thermische Aufbereitungsanlagen

Als Anlage, welche die thermische Aufbereitung beispielhaft vertreten soll, wurde der EcoToast 100 der EST GmbH (Joseph Neubauer, Geretsberg, Österreich) ausgewählt, da diese Anlage derzeit recht populär ist, häufig gekauft wird und wegen ihres günstigen Anschaffungspreises auch im Laufe dieses Projekts eine genauere Überprüfung und Überlegung zur Anschaffung wert ist. Hierzu wurden vier Besitzer eines EcoToasts 100 und der Besitzer von EST, Joseph Neubauer, kontaktiert und teilweise besucht. Die genaue Funktionsweise des EcoToasts 100 kann auf der Homepage von EST (<http://www.sojatoaster.com/ecotoast/>)

nachgelesen werden. Anzumerken ist, dass sich laut Aussage von Joseph Neubauer beim EcoToast um keine klassische thermische Aufbereitungsanlage handelt, da auch Elemente anderer Aufbereitungsverfahren genutzt werden. Vorteile des EcoToast sind niedrige Anschaffungskosten (ca. 26.000 €), geringe Betriebskosten (hohe Energieeffizienz) und geringe Verschleißkosten. Zudem kann der EcoToast im Gegensatz zu Aufbereitungsanlagen, die auf dem HTST (High temperature short time)-Prinzip beruhen, auch nachts laufen, da die Brandgefahr durch Temperaturen von ca. 110°C und verschiedene Brandschutzmechanismen deutlich geringer sind als HTST-Aufbereitungsanlagen (mündliche Mitteilung Joseph Neubauer). Weitere Vorteile sind die gute Austauschbarkeit von Bauteilen, da die verwendeten Bauteile Standardblechteile sind und die Schleuse, an der das aufbereitete Sojafuttermittel den EcoToast verlässt, das einzige bewegliche Teil darstellt. Insgesamt ist der EcoToast 100 für kleinere Betriebe konstruiert worden. Der einzige Nachteil gegenüber dampfbetriebenen Aufbereitungsverfahren, stellt die etwas geringere Eiweißlöslichkeit dar (mündliche Mitteilung Joseph Neubauer).

Der entscheidende Punkt einer jeden Aufbereitungsanlage ist die Qualität des Endprodukts. Joseph Neubauer unterstützt Käufer bei der Erreichung von Grenzwerten durch Einstellungsempfehlungen der Anlage (Geräteupdates, Wartungsarbeiten usw.) und nützliche Hinweise (verlängerte Lagerung vor der Aufbereitung oder Anfeuchtung von Sojabohnen vor der Aufbereitung usw.). Laut Joseph Neubauer werden die angestrebten Verdaulichkeitsparameter von Sojabohnen mit dem EcoToast stets erreicht. Es kommt aber gelegentlich zur Überschreitung des Urease-Grenzwertes, da bei seinem Verfahren Urease schlechter abgebaut wird als Trypsin-Inhibitoren und somit Urease als Ersatzgröße von Trypsin-Inhibitoren zur Bestimmung der Sojafuttermittelqualität nicht geeignet ist (mündliche Mitteilung Joseph Neubauer). Dass die Urease-Restaktivität-Messung die Trypsin-Inhibitoren-Messung nicht gut widerspiegelt, deckt sich mit den Erkenntnissen dieses und früherer Projekte. Zur Überprüfung der Inaktivierung der Trypsin-Inhibitoren und somit der Qualität dieser Aufbereitungsanlage, sollten somit direkte Trypsin-Inhibitoren-Messungen durchgeführt werden. Ein Besitzer eines EcoToasts wäre dazu bereit (s.u.). Es ist anzumerken, dass bei der LFL in Bayern derzeit ein Projekt läuft, in dem die Sojafuttermittelqualität von drei verschiedenen Aufbereitungsverfahren (u.a. der EcoToast) überprüft wird. Vor Kauf einer Anlage sollten die Analyseergebnisse dieses und anderer Projekte abgewartet werden.

Um auch Eindrücke von der Wirksamkeit des EcoToast 100 in der Praxis zu bekommen, wurden vier Besitzer dieser Anlage kontaktiert oder besucht und verschiedene Daten abgefragt. Drei von vier Besitzern eines EcoToast waren mit ihrer Kaufentscheidung zufrieden, ein Betreiber (Alexander Böhner, Hainert, Deutschland) will seinen EcoToast wegen Nicht-Erreichen der Grenzwerte verkaufen. Alexander Böhner (Naturland-Landwirt) betreibt seinen EcoToast 100 (Abb. 1) seit Herbst 2015. Er besitzt zusätzlich zum Toaster eine Ölpresse (Abb. 2), welche ursprünglich zur Entölung von Raps verwendet wurde. Die vom Hersteller vorgegebene Leistung von 100 kg h⁻¹ wird erreicht. Der Kaufpreis für den EcoToast 100 betrug 26.000 €, die Kosten für Lohnverarbeitung 120 € t⁻¹ (60 € Toasten, 60 € Ölpresen) und die Stromkosten betragen 30 € t⁻¹. Es sind keine freien Kapazitäten vorhanden, da die Anlage verkauft werden soll.

Die Anlage soll verkauft werden, da trotz Ausprobieren verschiedener Einstellungsmöglichkeiten bei jeder Qualitätskontrolle der Urease-Grenzwert von 0,4 N g⁻¹ min⁻¹ deutlich überschritten wurde:

1,5 mg N g⁻¹ min⁻¹ (TU München)

1,0 mg N g⁻¹ min⁻¹ (TU München)

Über 1 N g⁻¹ min⁻¹ (LufaNW, Oldenburg)

Über 1 N g⁻¹ min⁻¹ (Food GmbH Analytik Jena)

Abbildung 2: EcoToast 100 bei Alexander Böhner (13.02.2016)



Abbildung 3: Sojakuchen aus der Ölpresse von Alexander Böhner (13.02.2016)



Bei einer so deutlichen Überschreitung des Grenzwertes (bis um das Dreifache) ist es zumindest fraglich, dass bei einer direkten Trypsin-Inhibitoren-Messung der Grenzwert eingehalten werden würde, selbst wenn die Messung der Urease-Restaktivität die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität nicht gut widerspiegelt (mündliche Mitteilung Ludwig Asam). Eine direkte Messung der Trypsin-Inhibitoren-Restaktivität wäre auch bei Verkauf der Anlage sinnvoll und möglich, da eine Rückhalteprobe existiert.

Im Gegensatz zu Alexander Böhner waren die anderen drei Besitzer des EcoToast 100 mit ihrer Aufbereitungsanlage zufrieden. Alexander Thumm (Affalterbach-Wolfsölden, Deutschland) besitzt neben dem EcoToast 100 noch eine Ölpresse. Die angelieferten Sojabohnen kommen zunächst per Förderanlage in ein Vorratssilo und danach in den EcoToast 100. Optional kann dann ein weiterer Verarbeitungsschritt folgen, in dem die getoasteten Vollfettsojabohnen rückgekühlt werden und anschließend in die Ölpresse kommen. Die Sojabohnen können sehr leicht ölgepresst werden, da die Bohnen selbst nach der Rückkühlung noch recht warm sind, die Viskosität des enthaltenen Öls niedrig und das Öl somit sehr dünnflüssig ist. Die Anlage wird hauptsächlich für konventionelle Sojabohnen verwendet, kann aber auch für Bio-Sojabohnen genutzt werden. Der EcoToast 100 schafft 100 kg h^{-1} , die Ölpresse nur $60\text{-}70 \text{ kg h}^{-1}$. Die Lohnkosten betragen 120 € t^{-1} (60 € Toasten , 60 € Ölpresen). Die Aufbereitung von Bio-Sojabohnen kostet einen Aufschlag von 10 € t^{-1} (bei großen Mengen weniger), da die Zertifizierung von Bio-Sojabohnen und die Reinigung der Aufbereitungsanlage dem Betreiber Alexander Thumm zusätzliche Kosten bereiten. Laut Aussage von Alexander Thumm liegt die Urease-Restaktivität inzwischen unter $0,5 \text{ mg N g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ (Lufa). Ein genauer Wert konnte nicht abgefragt werden. Ob der Grenzwert von $0,4 \text{ mg N g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ eingehalten wird, konnte nicht geklärt werden. Zudem waren die Urease-Restaktivitäten in den ersten Untersuchungen nach der Inbetriebnahme der Aufbereitungsanlage deutlich höher (mündliche Mitteilung Alexander Thumm). Erst nach einer längeren Optimierung der Einstellung

konnte die Urease-Restaktivität unter $0,5 \text{ mg N g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ gesenkt werden. Laut Aussage von Alexander Thumm hilft bei der Senkung der Urease-Restaktivität auch die nochmalige Erhitzung des Sojafuttermittels in der Ölpresse. Wenn Sojafuttermittel nur getoastet wird, müssen daher höhere Temperaturen eingestellt werden als bei einer Kombination aus Toasten und Ölpresung (mündliche Mitteilung Alexander Thumm). Eine Exkursion zur Besichtigung der Aufbereitungsanlage wäre möglich.

Christian Gradl (Schwarzenfeld, Deutschland) besitzt ebenfalls einen EcoToast 100 und eine Ölpresse. Aus 10 t Sojabohnen erhält man kostenlos 7,8 t Sojakuchen. Da er keine Kosten für das Toasten und Pressen berechnet, behält er das Sojaöl. Laut eigener Aussage liegen die Trypsin-Inhibitoren-Restaktivitäten stets weit unter dem Grenzwert für Trypsin-Inhibitoren. Die Qualitätsmessungen werden bei der Ages Österreich in Wien durchgeführt. Christian Gradl ist mit der Aufbereitungsanlage und der Qualität seines Sojakuchens zufrieden (mündliche Mitteilung, Christian Gradl).

Bei dem letzten abgefragten EcoToast 100 Besitzer handelt es sich um die Edhofer KG (Familie Edhofer, Siegersdorf, Österreich). Zusätzlich zum Toaster wird noch eine Ölpresse verwendet. Die Sojaaufbereitung kostet 100 € t^{-1} plus Steuern. Die letzte Messung der Urease-Restaktivität ergab einen Wert von $0,28 \text{ mg N g}^{-1} \text{ min}^{-1}$. Die Sojafuttermittelqualität wurde schon in verschiedenen Laboratorien gemessen (u.a. Lufa, Ages Wien). Die Edhofer KG bietet an, dass im Laufe dieses Projekts die Qualität des Futtermittels aus seinem EcoToast gemessen werden könnte. Es wurde hierfür fertiger Sojakuchen abgeholt, der derzeit trocken und lichtgeschützt gelagert wird. Der Sojakuchen kann jederzeit in einem Labor unserer Wahl gemessen werden. Zusätzlich wäre es möglich Sojabohnen zur Edhofer KG zu liefern und nach der Aufbereitung Messungen durchzuführen. Zumindest erstere Möglichkeit scheint eine unkomplizierte Möglichkeit zu sein, um die Qualität der Aufbereitung im EcoToaster zu überprüfen. Zusätzlich zu den beiden Sojaproben der EcoToaster von Alexander Böhner und der Edhofer KG, gibt es noch eine Sojakuchenprobe, die von der EcoToast-Anlage von Joseph Neubauer stammt und jederzeit analysiert werden kann.

5.2. Hydrothermische Aufbereitungsanlagen

Florian Büttner (Naturland-Landwirt) besitzt eine hydrothermische Aufbereitungsanlage in Niederwerrn bei Schweinfurt.

Abbildung 4: Hydrothermische Aufbereitungsanlage von Florian Büttner (19.02.2016)



Die Komponenten der Aufbereitungsanlage sind ein Quetschenwalzenstuhl, eine Dämpfungsanlage, ein Trockner und ein Elevator. Eine Ölpresse wird demnächst installiert. Neue und gebrauchte Komponenten kommen unter anderem von Wirtech (Uetendorf, Schweiz) und der Quetschenwalzenstuhl gebraucht von Kellog's Deutschland (Hamburg, Deutschland). Die Anlage wird seit 01.01.2016 betrieben. Bei dem hydrothermischen Aufbereitungsverfahren werden in der Dämpfungsanlage Bohnen mit Wasserdampf gleichmäßig für 40 Minuten erhitzt. Dabei befindet sich stets eine Tonne Sojabohnen im Dampf. Ein Vorteil der Anlage ist die gleichmäßige und auch gute Inaktivierung der Trypsin-Inhibitoren im Sojabohnenkern. Zudem kommt es im Laufe der Aufbereitung zu einer Vorverdauung der Bohnen und es entstehen durch das hydrothermische Verfahren keine verbrannten Bohnen und Bitterstoffe. Es ist aber eine erneute Trocknung nach der Aufbereitung bei 130-140°C nötig. Nach Dampfbehandlung und Trocknung kommt die Flockierung im Quetschwalzenstuhl. Die Anlage ist erdgasbetrieben und hat eine Leistung von ca. 1,5 t h⁻¹. Der Neupreis der Anlage hätte insgesamt bis zu 400.000 € betragen, aber fast alle Komponenten waren gebraucht. Die Kosten für die Lohnverarbeitung betragen 67 € t⁻¹ (Aufbereitung: 55 € t⁻¹ + 12 € t⁻¹ Reinigungskosten des Saatguts). Die Kosten für die zukünftig geplante Ölpresse sind noch nicht bekannt. Die Kapazität der Aufbereitungsanlage beträgt ca. 10.000 t a⁻¹. Es soll zukünftig (wenn möglich) nur ökologisch angebautes Soja aufbereitet werden, aber es ist derzeit

auch eine Aufbereitung von konventionellen Sojabohnen möglich. Eine saubere Trennung und Lagerung der Ware verschiedener Bauern ist möglich. Die Analyse der Qualität des Sojafuttermittels wurde ausschließlich von der TU München (Weihenstephan) durchgeführt. Die Urease-Restaktivität beträgt $0,28 \text{ mg N g}^{-1} \text{ min}^{-1}$ und liegt somit unter dem Grenzwert von $0,4 \text{ mg N g}^{-1} \text{ min}^{-1}$. Die Eiweißlöslichkeit in H_2O beträgt 23,2 und liegt somit optimal zwischen den Grenzwerten von 15 und 45%. Die Messung der Qualität des hier aufbereiteten Sojafuttermittels ist jederzeit möglich und es ist auch möglich eigene Sojabohnen im Zuge dieses Projektes dort aufzubereiten und anschließend messen zu lassen. Eine Probe seines aufbereiteten Sojafuttermittels wird derzeit licht- und wärme geschützt gelagert und kann jederzeit analysiert werden.

Eine weitere hydrothermische Aufbereitungsanlage befindet sich in Besitz der Meika Tierernährung GmbH (Siegfried Meitinger, Großaitingen, Deutschland). Über folgende kurze Zusammenfassung der Aufbereitungsanlage hinausgehend lassen sich Informationen über die Anlage in der Studie von Asam et al. (2014c) finden. Die hydrothermische Aufbereitungsanlage, welche seit 2011 betrieben wird, ist eine Sojaaufbereitungsanlage der Steckl & Schrader KG (Hamburg, Deutschland). Neben der hydrothermischen Dämpfungsanlage ist noch eine Flockieranlage installiert. Nachdem die Rohware gereinigt wurde, erfolgt die 40-minütige Dämpfung der Sojabohnen bei ca. 103°C . Hier kommt es zu einer signifikanten Inaktivierung der Trypsin-Inhibitoren und weiterer antinutritiver Substanzen und die in den Sojabohnen enthaltene Stärke wird verkleistert. Die Flockierung erfolgt in einem Walzenstuhl und die abschließende Trocknung in einem Wirbelstromtrockner. Zusätzlich kann auf Wunsch das flockierte Sojafuttermittel in einer Schneckenpresse entölt werden. Die Durchsatzleistung der Dämpfanlage beträgt ca. $3\text{-}4 \text{ t h}^{-1}$, je nachdem wie die Behandlungszeit eingestellt ist und die rohen Sojabohnen beschaffen sind. Laut Meika Tierernährung ist die Qualität des Sojafuttermittels zufriedenstellend und die entsprechenden Grenzwerte werden eingehalten. Vorteile dieser hydrothermischen Anlage sind laut Asam et al. (2014c) eine gleichmäßige Produktqualität, viele Möglichkeiten in den teilautomatisierten Prozess regulierend einzugreifen, den Prozess sehr konstant zu halten, Steuerungsparameter ggf. an qualitative Schwankungen der Rohware oder an Kundenwünsche anzupassen, signifikante Reduktion sämtlicher hitzelabiler antinutritiver Stoffe, sehr eiweißschonend (da im Vergleich zu anderen Verfahren mit vergleichsweise niedrigen Temperaturen gearbeitet wird), Hygienisierung des Produktes durch lange Verweilzeiten gewährleistet, vergleichsweise geringer Verschleiß der wesentlichen Anlagenbestandteile und die Möglichkeit zur Teilentölung auf ca. 11-12 % Restfettgehalt. Nachteile der Anlage sind laut Asam et al. (2014c), dass die Optimierung der Anlage, die ursprünglich aus der Lebensmittelindustrie stammt, relativ kostspielig ist. Teilweise war ein eigener Umbau durch den Betreiber nötig. Des Weiteren ist eine energieintensivere Trocknung bei ganzen bzw. grob flockierten Bohnen notwendig.

5.3. Kombination aus hydrothermischer und druckthermischer Aufbereitung

Josef Asam (Rieder Asamhof GmbH & Co KG; Kissing, Deutschland) betreibt eine Sojaaufbereitungsanlage, welche hydro- und druckthermische Aufbereitungsweisen kombiniert. Die genaue Aufbereitungsweise kann in Asam et al. (2014c) nachgelesen werden. Ergänzend wurden Informationen von Ludwig Asam abgefragt, welche hier kurz vorgestellt werden sollen. Der folgende Abschnitt beruht somit auf persönlichen Mitteilungen von Ludwig Asam und ergänzenden Informationen aus Asam et al. (2014c).

Der Hersteller der Anlage ist die AMANDUS KAHL GmbH & Co. KG (Reinbek, Deutschland). Bei der druckthermischen Aufbereitungskomponente handelt es sich um eine Expanderanlage, welche für die Hitzebehandlung diverser Futtermittel entwickelt wurde. Die Anlage kann sowohl Vollfettsoja und Sojakuchen herstellen. Es können auch andere Eiweißfuttermittel

(z.B. Erbsen und Ackerbohnen) aufbereitet werden. Auf das zu behandelnde Futtermittel wirken Dampf, Feuchtigkeit, Temperatur und Druck ein. Die Sojabohnen können vor der Aufbereitung mit Hilfe einer Schneckenpresse entölt werden. Anschließend kommt das Soja, welches zuvor mit Dampf vorkonditioniert wird, in einen hydrothermischen Reaktor (großer Kochtopf). Es findet eine zehnmünütige drucklose Hitzebehandlung mit Dampf bei einer Temperatur von 102 C° statt. Im hydrothermischen Reaktor finden der Abbau und die Inaktivierung der Trypsin-Inhibitoren und anderer antinutritiver Stoffe statt. Eine optimale Behandlung erfolgt durch die Einstellung der passenden Temperatur, Feuchtigkeit und Behandlungszeit. Nach der hydrothermischen Aufbereitung kommt es zu einer druckthermischen Behandlung im Expander, welcher nach dem HTST-Prinzip arbeitet (s.o.). Eine Regulierung der Spaltweiten im Expander ermöglicht die individuelle Einstellung des Drucks, Intensität der Reibung, Energieaufnahme und Temperatur. Nach der Druckbehandlung fällt der Druck schlagartig von maximal 50 bar auf den hydrostatischen Druck, der außerhalb der Anlage herrscht. Dies führt zu einer spontanen Expansion des Sojafuttermittels und einer teilweisen Verdampfung des zugeführten Wassers.

Der Vorteil des HTST-Prinzips des Expanders besteht darin, dass die hohe Temperatur (125-165°C) nur sehr kurz (weniger als 5 Sekunden) auf das Sojafuttermittel einwirkt und somit wertvolle Sojafuttermittelbestandteile erhalten bleiben. Durch die Behandlung im Expander wird eine verbesserte Eiweiß- und Ölverfügbarkeit erreicht und es kommt zu einem Stärkeaufschluss von bis zu 60 %. Im Anschluss gelangt das Sojafuttermittel in einen Branderkühler (zur Abkühlung) und Trockner, um die Lagerfähigkeit des Sojafuttermittels zu verbessern. Der Durchsatz des Expanders beträgt ca. 3,5 t h⁻¹. Der Neupreis der Anlage würde wohl um die 1,7 Millionen Euro betragen. Die Kosten der Lohnverarbeitung betragen 55 € t⁻¹. Derzeit werden 2800 t a⁻¹ Soja aufbereitet. Eine Steigerung der Aufbereitungsmenge um 30 % pro Jahr wäre möglich. Sowohl der Urease- als auch der Trypsin-Inhibitoren-Grenzwert werden eingehalten. Die Eiweißlöslichkeit in Wasser beträgt 12,13 % und liegt somit knapp außerhalb des Grenzwertes. Die genauere Messung der Eiweißlöslichkeit in KOH beträgt 81 % und liegt somit innerhalb der Grenzwerte. Die Messungen der Qualität des Sojafuttermittels wurden im Laufe früherer Forschungsprojekte unter anderem von der Uni Weihenstephan und der LUFA in Kiel durchgeführt. Vorteile dieser Anlage sind laut Asam et al. (2014c):

Eine eiweißschonende Behandlung des Sojafuttermittels, eine sehr gute Regulierung der Einstellparameter, ein besonderer Stärkeaufschluss und eine gute Ölverfügbarkeit durch die Druck-Expansion, zahlreiche Möglichkeiten, in den Prozess regulierend einzugreifen und den Prozess an die Anforderungen des Kunden anzupassen, die Verarbeitung von weiteren Futtermitteln z.B. Ackerbohnen, Erbsen ist möglich. Die Anlage ist zusätzlich flexibel einsetzbar zur Herstellung hygienisierter Mischfuttermittel- und Mischfutterpellets. Die Nachteile sind laut Asam et al. (2014c) die relativ hohen Investitionskosten, der relativ energieintensive Prozess, die wartungsintensive und aufwendige Wasseraufbereitung für die Dämpfanlage und der kostspielige Verschleiß am Expander.

5.4. Druckthermische Aufbereitungsanlagen

Eine rein druckthermische Aufbereitungsanlage verwendet die Agriprotein GmbH (Cloppenburg, Deutschland). Mit einem Expander können 5000 t a⁻¹ Sojabohnen aufbereitet werden. Die Urease-Restaktivität betrug in mehreren Analysen bei der LUFA 0,1-0,26 mg N g⁻¹ min⁻¹ und liegt somit stets deutlich unter dem Grenzwert (Claus Twickler, mündliche Mitteilung). Die Eiweißlöslichkeit in H₂O beträgt 12-14 % und liegt somit knapp außerhalb des Grenzwerts. Die Eiweißlöslichkeit in KOH beträgt 86-90 % und minimal außerhalb des Grenzwerts.

5.5. Ölpresen

Die Verfütterung von Vollfettsoja kann sich nachteilig auswirken. Der Grund liegt in dem hohen Rohfettanteil, insbesondere dem hohen Polyenfettsäurenanteil (Asam 2014). Dies kann bei der Fütterung von Mastschweinen zu einer Verfettung führen, welche die Weiterverarbeitung zu Wurstspezialitäten erschweren kann (Asam 2014). Bei der Verfütterung von Vollfettsojabohnen an Rinder kann der erhöhte Fettanteil zu einer unerwünschten Änderung des Milchfettgehalts und zu verschiedenen Krankheiten (vor allem Panzenacidose) führen (Asam 2014). Bei Geflügel kann ein zu hoher Energiegehalt die Futteraufnahme reduzieren. (mündliche Mitteilung Vogt-Kaute). Neben den Vorteilen in der Fütterung bietet die Entölung von Soja noch den Vorteil einer zusätzlichen Einnahmequelle durch den Verkauf des Sojaöls. Zur Entölung von Vollfettsoja bieten sich in Deutschland häufig noch vorhandenen, stillgelegten Rapsölpresen an. Diese können laut Asam (2014) umgebaut werden bzw. besser mit der Entölung von Soja ausgelastet werden. Die Anschaffungskosten wären deutlich kostengünstiger als der Erwerb einer neuen Ölpresse. Bei der Entölung sollte der Trockenmassegehalt der Sojabohnen zwischen 88,5 und 94 % betragen (Asam 2014). Ansonsten kann es laut Asam (2014) zu einer zu geringen Ausbeute kommen oder eine Entölung ist gar nicht möglich. Des Weiteren ist zu beachten, dass der Feuchtigkeitsgehalt des zu verarbeitenden Sojas nicht zu niedrig sein darf, da ansonsten die Ölpresse verstopfen kann.

Häufig ist die Entölung dem Aufbereitungsverfahren nachgeschaltet (zum Beispiel beim EcoToast). Eine Vorschaltung der Entölung wäre bei vielen Verfahren schwierig, da rohe Sojabohnen eine gleichmäßigere Korngrößenverteilung haben als das entölte Produkt. Die gleichmäßige Aufbereitung eines entölte Sojaprodukts, welches sehr unterschiedlich große Durchmesser aufweist, wäre nicht möglich. Ein weiterer Vorteil ist, dass nach einer thermischen Aufbereitung der Sojabohnen mittels Toasten mehr Öl aus dem Sojaprodukt gepresst werden kann als aus einer rohen Sojabohne, da die Erhöhung der Temperatur in der Sojabohne das enthaltene Sojaöl dünnflüssiger macht. Ein bekannter Hersteller von Ölpresen ist die Karl Strähle GmbH & Co. KG (Robert-Bosch-Str. 11, 73265 Dettingen/Teck, Deutschland). Eine Ölpresse von dieser Firma wird von der Edhofer KG (s.o.) verwendet, um nach der thermischen Aufbereitung der Sojabohnen, den Restölgehalt des Sojafuttermittels unter 10 % zu senken. Die Anschaffungskosten sind mit ca. 30.000 € für die größten Ölpresen dieses Herstellers doppelt so hoch wie für Ölpresen (ab 15.000 €) anderer Hersteller. Der Vorteil liegt aber in einer höheren Entölung des Sojafuttermittels und somit in dem Erhalt von mehr Sojaöl. Weitere Hersteller von Ölpresen sind die Maschinenfabrik Reinartz GmbH & Co. KG (Industriestraße 14, 41460 Neuss, Deutschland) und die Kernkraft oil press GmbH & Co. KG (Alfrased 1, 84367 Reut, Deutschland).

Insgesamt ist laut Joseph Neubauer bei der Entölung zu beachten, dass frisch geerntete Sojabohnen schlechter zu entölen sind als gelagerte. Die Sojabohnen sollten nach der Ernte für 1-2 Monate gelagert werden, damit sich die in der Sojabohne gebundenen Eiweiße und Fette während der Lagerung/Nachreife lösen können. Für die reine Aufbereitung ohne Entölung wäre diese Lagerung nicht nötig. Typische Temperaturen während der Entölung sind 60-80°C.

6. Fazit: Wahl eines passenden Aufbereitungsverfahrens

Verschiedene Aufbereitungsverfahren bieten unterschiedliche Vor- und Nachteile bezüglich der Qualität des Sojafuttermittels. Eine wichtige zu klärende Frage ist, ob eine mobile oder

stationäre Anlage bevorzugt wird. Hier ist die Kostenfrage zu klären, das Sojaangebot und die geographische Lage sowie die Anbaufläche der Sojabauern. Allgemein ist festzustellen, dass die Kosten der abgefragten Anlagen sehr unterschiedlich (um das zehnfache bis hundertfache) betragen und somit geklärt werden muss, wie viel Geld in eine Aufbereitungsanlage investiert werden soll. Eine weitere Möglichkeit ist, die in Zukunft stattfindenden Analysen im Laufe dieses und anderer derzeit laufender Projekte abzuwarten, um beispielsweise die Qualität des EcoToasters und anderer Aufbereitungsanlagen einschätzen zu können.

7. Literaturverzeichnis

Mündliche Mitteilungen

Werner Vogt-Kaute, 03.03.2016

Ludwig Asam, 07.03.2016

Alexander Thumm, 27.04.2016

Christian Gradl, 29.04.2016

Joseph Neubauer, 29.04.2016 und 14.06.2016

Claus Twickler, 29.04.2016

Literatur

Ahmed, N. O. (2001). Untersuchungen zur ernährungsphysiologischen Bewertung unterschiedlich behandelter Sojabohnen in der Broilerernährung. Cuvillier.

Asam, L. (2014). Umrüstung einer rapsölpresse für die Entölung von Soja. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frankfurt am Main.

Asam, L., Müller, M., & Wilbois, K. P. (2014a). Verhalten von Sojasorten mit unterschiedlicher Trypsininhibitoraktivität bei der Aufbereitung.

Asam, L., Spory, K., & Spiegel, A.K. (2014b). Futtersoja aufbereiten – Gründe und Zielparame-ter. Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frankfurt am Main.

Asam, L., Spory, K., & Spiegel, A.K. (2014c). Soja Aufbereitungsanlagen; Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frankfurt am Main

Asam, L., Spory, K., & Spiegel, A.K. (2014d). Verfahren zur Aufbereitung von Sojabohnen zur Verfütterung; Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL), Frankfurt am Main.

Albrecht, W. J., Mustakas, G. C., & McGhee, J. E. (1966). Rate studies on atmospheric steaming and immersion cooking of soybeans. *Cereal Chem*, 43, 400-407.

Aletor, V. A., & Ojo, O. I. (1989). Changes in differently processed soya bean (*Glycine max.*) and lima bean (*Phaseolus lunatus*) with particular reference to their chemical composition and their mineral and some inherent anti-nutritional constituents. *Food/Nahrung*, 33(10), 1009-1016.

Behnke, K. C. (1996). Feed manufacturing technology: current issues and challenges. *Animal Feed Science and Technology*, 62(1), 49-57.

Bellof, G. (2002). Aufzucht von Bioputen - Welche Eiweißträger sind geeignet? *Deutsche Geflügelwirtschaft und Schweineproduktion* 54 (22), 34 - 38.

- Birk, Y. (1989). Protein protease inhibitors of plant origin and their significance in nutrition. In 1. International Workshop on 'Antinutritional Factors (ANF) in Legume Seeds', Wageningen (Netherlands), 23-25 Nov 1988. Pudoc.
- Bollmann, A., & Bassler, R. (1959). Qualitätsprüfung von getoastetem Sojaschrot. Kraftfutter, 104 - 105.
- Calam, J., Bojarski, J. C., & Springer, C. J. (1987). Raw soya-bean flour increases cholecystokinin release in man. *British journal of nutrition*, 58(02), 175-179.
- Chang, C. J., Tanksley, T. D., Knabe, D. A., & Zebrowska, T. (1987). Effects of different heat treatments during processing on nutrient digestibility of soybean meal in growing swine. *Journal of animal science*, 65(5), 1273-1282.
- Collins, J. L., & Beaty, B. F. (1980). Heat inactivation of trypsin inhibitor in fresh green soybeans and physiological responses of rats fed the beans. *Journal of Food Science*, 45(3), 542-546.
- Corring, T., Gueugneau, A. M., & Chayvialle, J. A. (1985). Short-term effects of raw soybean diet ingestion upon the exocrine pancreatic secretion in the pig. *Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsoeg*.
- Crass, R. A., Oates, P. S., & Morgan, R. G. H. (1987). The effect of fasting on enzyme levels in the enlarged and involuting rat pancreas. *British Journal of Nutrition*, 58(03), 427-436.
- Frank, G. (1988). How to improve the quality of full-fat soya beans and other legumes by hydrothermal treatment. *Feed Magazine*, 11, 42-46.
- Freire, J. B., Aumaitre, A., & Peiniau, J. (1991). Effects of feeding raw and extruded peas on ileal digestibility, pancreatic enzymes and plasma glucose and insulin in early weaned pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 65(1-5), 154-164.
- Goihl, J. (1995). Effect of mill type, particle size on finishing pigs growth evaluated.
- Grant, G., Greer, F., McKenzie, N. H., & Pusztai, A. (1985). Nutritional response of mature rats to kidney bean (*Phaseolus vulgaris*) lectins. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 36(5), 409-414.
- Green, G. M., & Lyman, R. L. (1972). Feedback regulation of pancreatic enzyme secretion as a mechanism for trypsin inhibitor-induced hypersecretion in rats. *Experimental Biology and Medicine*, 140(1), 6-12.
- Heidenreich, E. (1996). Problemlösungen fuer die Erfuellung hygienischer Forderungen. Kraftfutter.
- Herkelman, K. L., Cromwell, G. L., Stahly, T. S., Pfeiffer, T. W., & Knabe, D. A. (1992). Apparent digestibility of amino acids in raw and heated conventional and low-trypsin-inhibitor soybeans for pigs. *Journal of animal science*, 70(3), 818-826.
- Hutton, K., & Foxcroft, P. D. (1975). Effect of processing temperature on some indices of nutritional significance for micronized soya beans. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 34(2), 49A.
- Jansen, H. D., & Friedrich, W. (1975). Verfahrenstechnische Möglichkeiten zur Veränderung der Futterqualität. II. Laborversuche. Kraftfutter.
- Jeroch, H., Flachowsky, G., & Weißbach, F. F. (1993). *Futtermittelkunde*. Jena.

Johnson, L. A., Deyoe, C. W., Hoover, W. J., & Schwenke, J. R. (1980). Inactivation of trypsin inhibitors in aqueous soybean extracts by direct steam infusion [Cooking for milk analogs]. *Cereal Chemistry*.

Johnston, S.L., Traylor, S.L., Hines, R.H., Hancock, J.D., Behnke, K.C., Sorrell, S.P. & Kennedy, G.A. (1997). Conditioning (conventional, long-term and expander) effects on pellet quality and growth performance in finishing pigs. *Journal Animal Science* 75 (1), 65.

Kunitz, M. (1946). Crystalline soybean trypsin inhibitor. *The Journal of general physiology*, 29(3), 149-154.

Kunitz, M. (1947). Crystalline soybean trypsin inhibitor II. General properties. *The Journal of general physiology*, 30(4), 291-310.

Leterme, P., Beckers, Y., & Thewis, A. (1989). Inter-and Intravarietal variability of the trypsin inhibitors content of peas and his influence on apparent digestibility of crude proteins by growing pigs. Recent advances of research in antinutritional factors in legume seeds: animal nutrition, feed technology, analytical methods, 121-124.

Liebert, F. V., Köhler, R., & Wecke, C. (1996). Untersuchungen zu den Proteolysebedingungen im Verdauungstrakt von Broilerküken sowie zur Stickstoff-und Phosphorverwertung in Abhängigkeit von Trypsin-Inhibitor-Aktivität in der Nahrung und Phytaseergänzung. 1. Methoden und Ergebnisse der Trypsinaktivitätsmessung in Pankreasgewebe und Dünndarmchymus. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 75(1-5), 192-199.

Liener, I. E. (1979). Protease inhibitors and lectins. *Int Rev Biochem*, 27, 97-122.

Liener, I. T. (1979). Significance for humans of biologically active factors in soybeans and other food legumes. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 56(3), 121-129.

Liener, I. E., & Kakade, M. (1980). *Toxic Constituents of Plant Foodstuffs* Academic Press. New York.

Liener, I. E., & Rose, J. E. (1953). Soyin, A Toxic Protein from Soybean III. Immunochemical Properties. *Experimental Biology and Medicine*, 83(3), 539-540.

Liener, I. E., & Tomlinson, S. (1981). Heat inactivation of protease inhibitors in a soybean line lacking the Kunitz trypsin inhibitor. *Journal of Food Science*, 46(5), 1354-1356.

Marquardt, R. R., Campbell, L. D., & Ward, T. (1976). Studies with chicks on the growth depressing factor (s) in faba beans (*Vicia faba* L. var. minor). *The Journal of nutrition*, 106(2), 275-284.

Marsman, G. J., Gruppen, H., Van der Poel, A. F., Kwakkel, R. P., Verstegen, M. W., & Voragen, A. G. (1997). The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. *Poultry Science*, 76(6), 864-872.

Marsman, G. J., Gruppen, H., Van der Poel, A.F., Resink, J. W., Verstegen, M.W., & Voragen, A.G. (1995). The effect of shear forces and addition of a mixture of a protease and a hemicellulase on chemical, physical and physiological parameters during extrusion of soybean meal. *Animal Feed Science Technology* (56), 21–35.

Marsman, G. J. , Gruppen, H., & Van der Poel, A. F. (1993). Effect of extrusion on the in vitro digestibility of toasted and untoasted soybean meal.

Melcion, J. P., & Van der Poel, A. F. B. (1993). Process technology and antinutritional factors: principles, adequacy and process optimization.

- Menke, K.H., & Huss, W. (1987). Tierernährung und Futtermittelkunde. 3. Auflage, Eugen Ulmer Verlag, Stuttgart.
- Monari, S., & Wiseman, J. (1993). Fullfat soya handbook. American Soybean Association.
- Naumann, C., & Bassler, R. (1988). Die chemische Untersuchung von Futtermitteln mit 1. und 2. Ergänzungslieferung. Methodenbuch Bd. III; VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Olli, J. J., Hjelmeland, K., & Krogdahl, Å. (1994). Soybean trypsin inhibitors in diets for Atlantic salmon (*Salmo salar*, L): effects on nutrient digestibilities and trypsin in pyloric caeca homogenate and intestinal content. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology*, 109(4), 923-928.
- Parsons, C. M. (2000). Assessment of nutritional quality of soy products for animals. *Soy in animal nutrition*. Illinois: Federation of Animal Science Societies, 90-105.
- Petres, J., Senkalszky-Akos, E., & Czukor, B. (1990). Inactivation of trypsin inhibitor, lectin and urease in soybean by hydrothermal treatment. *Food/Nahrung*, 34(10), 905-913.
- Pusztai, A., Clarke, E. M., & King, T. P. (1979). The nutritional toxicity of phaseolus vulgaris lectins. *Proceedings of the Nutrition Society*, 38(01), 115-121.
- Qin, G., Ter Elst, E. R., Bosch, M. W., & Van der Poel, A. F. B. (1996). Thermal processing of whole soya beans: Studies on the inactivation of antinutritional factors and effects on ileal digestibility in piglets. *Animal feed science and technology*, 57(4), 313-324.
- Rackis, J. J., & Anderson, R. L. (1964). Isolation of four soybean trypsin inhibitors by DEAE-cellulose chromatography. *Biochemical and biophysical research communications*, 15(3), 230-235.
- Rackis, J. J., & Gumbmann, M. R. (1981). Protease inhibitors: physiological properties and nutritional significance. *Antinutrients and natural toxicants in foods*, 203-237.
- Rackis, J. J., & McGhee, J. E. (1975). Biological threshold levels of soybean trypsin inhibitors by rat bioassay. *Cereal chemistry*.
- Rackis, J. J. (1972). Biologically active components. *Soybeans: Chemistry and Technology*, 1, 158-202.
- Rackis, J. J. (1974). Biological and physiological factors in soybeans. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 51(1), 161A-174A.
- Schmidt, E., Bellof, G., & Hahn, G. (2007). Einfluss unterschiedlicher Energiegehalte in Alleinfuttermischungen auf die Mastleistung und den Schlachtkörperwert von langsam oder schnell wachsenden Genotypen in der ökologischen Putenmast. *Archiv für Geflügelkunde*, 5.
- Steiner, T., & Bellof, G. (2009). Einsatz von unterschiedlich wärmebehandelten Sojakuchen in der ökologischen Hähnchenmast.
- Steiner, T., & Bellof, G. (2009). Qualitätssicherung für Eiweißfuttermittel in der ökologischen Tierernährung: Sojabohnen und-kuchen.
- Traylor, S. L., Hines, R. H., Lee, D. J., Johnston, S. L., Sorrell, P., Hancock, J. D., & Behnke, K. C. (1998). Expander processing conditions affect nutrient digestibility in finishing pigs fed corn-, sorghum-, wheat-, and wheat midds-based diets.
- Van Barneveld, R. (1993). Effect of heating proteins on the digestibility, availability, and utilization of lysine by growing pigs. University of Queensland.
- Van Der Poel, T. F., Blonk, J., Van Zuilichem, D. J., & Van Oort, M. G. (1990). Thermal inactivation of lectins and trypsin inhibitor activity during steam processing of dry beans

(Phaseolus vulgaris) and effects on protein quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 53(2), 215-228.

Wilson, R. P., & Poe, W. E. (1985). Effects of feeding soybean meal with varying trypsin inhibitor activities on growth of fingerling channel catfish. *Aquaculture*, 46(1), 19-25.

Wiseman, J. (1984): Developments in non ruminant nutrition. *Feed International*, 14-19.

Wondra, K. J., Stark, C. R., Hines, R. H., Hancock, J. D., & Behnke, K. C. (1993). Effects of hammermills and roller mills on growth performance, nutrient digestibility, and stomach morphology in finishing pigs.

Yoshida, H., & Kajimoto, G. (1988). Effects of microwave treatment on the trypsin inhibitor and molecular species of triglycerides in soybeans. *Journal of Food Science*, 53(6), 1756-1760.

Zebrowska, T., Tanksley Jr, T. D., & Knabe, D. A. (1985). The influence of differently processed soybean meals on the exocrine pancreatic secretion of growing pigs. *Beretning fra Statens Husdyrbrugsforsog* (Denmark).

Zelter, S.Z., & Delort-Laval J. (1971). Traitement thermique et qualite des proteines du soja. II. Preparation des tourteaux en atelier experiment et estimation de leur degre de cuisson au moyen de tests biochimiques des uréases non détruites par le traitement. *Ann. Zootechn.*, 20, 17 - 29.

Arbeitspaket 2-2: Aufbereitungsanlagen und ihre Standorte

Lukas Vogt (Naturland Fachberatung)

Fabrikat und Art der Aufbereitung	Hersteller	Besitzer und Standorte der Anlagen	Preis und Leistung	Vorteile	Nachteile
EcoToast 100 (thermisch)	EST GmbH (Joseph Neubauer, Geretsberg, Österreich)	Alexander Böhner, Hainert in Unterfranken: Schon verkauft Alexander Thumm (Affalterbach-Wolfsölden in Baden-Württemberg: NO von Stuttgart) Christian Gradl (Schwarzenfeld: zwischen Weiden und Regensburg) Edhofer KG (Siegersdorf, Österreich) Joseph Neubauer, Geretsberg, Österreich Höckner KG (Sipbachzell, Österreich)	<ul style="list-style-type: none"> • Ca. 26.000 € • Leistung: 100 kg h⁻¹ • Jahresleistung: 500-800 t a⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Trypsin-Inhibitoren-Senkung wahrscheinlich ausreichend gut • Niedrige Anschaffungskosten • Geringe Betriebskosten (hohe E-Effizienz) • Geringe Verschleißkosten • Aufbereitung von Lupinen, Erbsen, Ackerbohnen und Getreide theoretisch möglich • Geringe Brandgefahr (kann nachts durchlaufen) • Gute Austauschbarkeit von Bauteilen • Ausgelegt für kleineren Betrieb • Anscheinend recht gute Kundenbetreuung auch nach dem Kauf • Entölung bei allen EcoToastern möglich, da Ölpressen überall installiert 	<ul style="list-style-type: none"> • Verringerte Eiweißlöslichkeit im Vergleich zu hydrothermischen Aufbereitungsverfahren • Urease-Grenzwert stets überschritten (Aber nicht der entscheidende Grenzwert!)

Arbeitspaket 2-2: Aufbereitungsanlagen und ihre Standorte

Fabrikat und Art der Aufbereitung	Hersteller	Besitzer und Standorte der Anlagen	Preis und Leistung	Vorteile	Nachteile
Hydrothermische Aufbereitungsanlage	Wirtech (Uetendorf, Schweiz); Quetschenwalzenstuhl (gebraucht) von Kellogg's (Hamburg, Deutschland)	Florian Büttner (Niederwerrn bei Schweinfurt)	<ul style="list-style-type: none"> • Neupreis 400.000 € (aber mit gebrauchten Komponenten) • Leistung: ca. 1,5 t h⁻¹ • Jahresleistung: 10.000 t a⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Gleichmäßige und gute Inaktivierung der Trypsin-Inhibitoren im Sojabohnenkern • Vorverdauung der Bohnen • Keine Entstehung von Bitterstoffen und verbrannten Bohnen • Lohnverarbeitungskosten gering (67 € t⁻¹) • Hohe Kapazität (ca. 10.000 t a⁻¹) • Urease-Grenzwert deutlich unterschritten • Eiweißlöslichkeit in H₂O gut (23,2 %) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bisher keine Entölung • Bisher keine Trypsin-Inhibitoren-Messung

Arbeitspaket 2-2: Aufbereitungsanlagen und ihre Standorte

Fabrikat und Art der Aufbereitung	Hersteller	Besitzer und Standorte der Anlagen	Preis und Leistung	Vorteile	Nachteile
Hydrothermische Aufbereitungsanlage der Meika Tierernährung GmbH	Sojaaufbereitungsanlage der Steckl & Schrader KG (Hamburg, Deutschland)	Meika Tierernährung GmbH (Siegfried Meitinger, Großaitingen, Deutschland)	<ul style="list-style-type: none"> • Durchsatzleistung (Dämpfanlage): ca. 3-4 t h⁻¹ • Leistung Trocknung: 2,2 t h⁻¹ • Jahresleistung: ca. 3.000-10.000 t a⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Entölung möglich • Hohe Durchsatzleistung • Signifikante Reduktion sämtlicher hitzelabiler antinutritiver Stoffe • Entsprechende Grenzwerte werden eingehalten • Sehr eiweißschonend • Gleichmäßige Produktqualität • Viele Möglichkeiten Steuerungsparameter; an qualitative Schwankungen der Rohware oder an Kundenwünsche anzupassen • Geringer Verschleiß der wesentlichen Anlagenbestandteile • Teilentölung auf ca. 11-12 % Restfettgehalt möglich 	<ul style="list-style-type: none"> • Keine genaueren Informationen, welche Qualitätsparameter gemessen wurden • Optimierung der Anlage, die ursprünglich aus der Lebensmittelindustrie stammt, war relativ kostspielig für Meika → Umbau durch den Betreiber nötig • Energieintensive Trocknung bei ganzen bzw. grob flockierten Bohnen

Arbeitspaket 2-2: Aufbereitungsanlagen und ihre Standorte

Fabrikat und Art der Aufbereitung	Hersteller	Besitzer und Standorte der Anlagen	Preis und Leistung	Vorteile	Nachteile
Asamhof (Hydro- und druckthermische Aufbereitungsweise): Kochtopf & Expander	AMANDUS KAHL GmbH & Co. KG (Reinbek, Deutschland)	Josef Asam (Rieder Asamhof GmbH & Co KG; Kissing, Deutschland)	<ul style="list-style-type: none"> • Neupreis: um die 1,7 Mio. € • Durchsatzleistung (Expander): ca. 3,5 t h⁻¹ • Jahresleistung: 2.800 t a⁻¹ (Steigerung auf ca. 3.600 t a⁻¹ wäre bei 2-Schichtbetrieb möglich) 	<ul style="list-style-type: none"> • Anlage kann Vollfettsoja und Sojakuchen herstellen • Andere Eiweißfuttermittel können aufbereitet werden. • Hohe Temperaturen wirken nur kurz auf das Sojafuttermittel → wertvolle Sojafuttermittelbestandteile bleiben erhalten • Expander: Verbesserte Eiweiß- und Ölverfügbarkeit sowie Stärkeaufschluss • Gute Regulierung der Einstellparameter • Brandkühler und Trockner: Verbesserung der Lagerfähigkeit • Urease- & Trypsin-Inhibitoren-Grenzwert werden eingehalten • Eiweißlöslichkeit in KOH: 81 % (Innerhalb der Grenzwerte) 	<ul style="list-style-type: none"> • Eiweißlöslichkeit in H₂O: 12-13 % → knapp außerhalb des Grenzwertes • Hohe Investitionskosten • Energieintensiver Prozess • Wartungsintensive und aufwendige Wasseraufbereitung für die Dämpfanlage • Kostspieliger Verschleiß am Expander
Druckthermische Aufbereitungsanlage (Expander)	-	Agriprotein GmbH (Cloppenburg, Deutschland)	Durchsatzleistung (Expander): 5.000 t a ⁻¹	<ul style="list-style-type: none"> • Urease-Restaktivität betrug in mehreren Analysen bei der LUFA 0,1-0,26 mg N g⁻¹ min⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Eiweißlöslichkeit in H₂O: 12-14 % (knapp außerhalb des Grenzwerts) • Eiweißlöslichkeit in KOH: 86-90 % (minimal außerhalb des Grenzwerts)

Arbeitspaket 2-2: Aufbereitungsanlagen und ihre Standorte

Fabrikat und Art der Aufbereitung	Hersteller	Besitzer und Standorte der Anlagen	Preis und Leistung	Vorteile	Nachteile
Mobile Sojatoastanlage (Thermische Aufbereitung)	Entwicklung: Rainer Möhler in Zusammenarbeit mit ital. Firma Mecmar	MöhlerTechnik (Rainer Möhler, Schöntal, Baden-Württemberg, zwischen Heilbronn und Würzburg)	Leistung: 2 - 2,5 t h ⁻¹	<ul style="list-style-type: none"> • Verarbeitung direkt auf dem Feld → Einsparung Transportkosten in weit entfernte Sojatoastanlagen • Ausreichende Reduzierung der Trypsin-Inhibitoren und Erhöhung der Schmackhaftigkeit • Auch für Erbsen, Ackerbohnen und Lupinen geeignet • Bei feuchtem Erntegut ist keine separate Trocknung nötig 	<ul style="list-style-type: none"> • Üblichen Nachteile einer thermischen Aufbereitung: Nicht eiweißschonend (Eiweißdenaturierung), geringe Eiweißlöslichkeit, Entstehung von Bitterstoffen, wenn Schale verbrennt, unzureichende Inaktivierung der antinutritiven Stoffe im Kern • Gasbetrieben
Dantoaster 20/6000 Feedprozessor (Thermischen Aufbereitung)	Cimbria (7700 Thisted, Dänemark)	Gerauer OHG (94148 Kirchham, Bayern)		<ul style="list-style-type: none"> • H.T.S.T.-Prinzip • Hoher Durchsatz • Aufbereitung feuchter Sojabohnen direkt nach der Ernte ohne Trocknung • Wartungsarme Technik • Vielseitig einsetzbar (Aufbereitung anderer Feldfrüchte möglich auch Maistrocknung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Zur Steuerung muss permanent eine Person an der Anlage sein • Teilweise zu trockenem Endprodukt (nur 6 % Restfeuchte) • Brandgefahr ist gegeben, daher muss das Produkt möglichst gut vorgereinigt werden (z.B. geringe Menge Hülsenanteile) • Keine konkreten Vorgaben des Herstellers zur Einstellung der Verweildauer und Intensität der Temperatureinwirkung.

Arbeitspaket 2-2: Aufbereitungsanlagen und ihre Standorte

Fabrikat und Art der Aufbereitung	Hersteller	Besitzer und Standorte der Anlagen	Preis und Leistung	Vorteile	Nachteile
Heizlüfter von Roastec	Firma Roastech (Forced Convection Roasting) in Südafrika		<ul style="list-style-type: none"> • ca. 12.000 € • Leistung pro Stunde: 100 kg h⁻¹ • Leistung pro Tag: 1,5-2,4 t d⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Einfaches System • Einfache Steuerung und Einstellung des Geräts (Rotorgeschwindigkeit und Temperatur) • Günstiger Anschaffungspreis • Leicht zu transportieren • Geringer Verschleiß, Ersatzteile können bestellt werden • Geringe Wartung nötig • Energieeffizient (Rezirkulation des heißen Dampfes (aus der Produktfeuchtigkeit) in die Maschine) 	<ul style="list-style-type: none"> • Heizung des Geräts mit Strom relativ teuer • Bisher fehlende Erfahrungen mit dem Gerät in Europa
Fahrbarer Röster von Schnupp's Grain Roasting	Schnupp's Grain Roasting (Lebanon, Pennsylvania, USA)		<ul style="list-style-type: none"> • Leistung: 1,5 t h⁻¹ • Leistung pro Tag: 18-24 t d⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • In den USA häufig (von Lohnunternehmen) genutzt • Feuchtere Sojapartien könnten direkt nach der Ernte ohne Trocknung verarbeitet werden • Mobil • Einfache Steuerung und Einstellung des Geräts 	<ul style="list-style-type: none"> • Bisher keine Erfahrungen mit dem Gerät in Europa • Körner werden direkt der heißen Flamme ausgesetzt → Gefahr der Bildung von Toxinen • Beim Betrieb mit Heizöl kann die Gefahr von Dioxinrückständen bestehen

Arbeitspaket 2-2: Aufbereitungsanlagen und ihre Standorte

Fabrikat und Art der Aufbereitung	Hersteller	Besitzer und Standorte der Anlagen	Preis und Leistung	Vorteile	Nachteile
Dilts-Wetzel Röstschnecke mit elektrisch beheiztem Ölmantel	Wetzel Soybean Roaster; Dilts-Wetzel Manufacturing Co. (Ithaca, USA)		<ul style="list-style-type: none"> • Leistung pro Stunde: 100 kg h⁻¹ • Leistung pro Tag: 1,5-2,4 t a⁻¹ 	<ul style="list-style-type: none"> • Einheitliches System • Feuchtere Sojapartien könnten direkt nach der Ernte ohne Trocknung verarbeitet werden • Einfache Steuerung und Einstellung des Geräts • Relativ günstiger Anschaffungspreis 	<ul style="list-style-type: none"> • Heizung des Geräts mit Strom energetisch nicht optimal und relativ teuer • Vor Beginn der Aufbereitung muss das Öl ca. 2 Stunden erhitzt werden • Bisher fehlende Erfahrungen mit dem Gerät in Europa
Sojaröstung bei Stadlhuber Agrar (Klassischer Trommeltoaster)	Der verbaute Sojatoaster wurde aus Übersee importiert. Ursprünglich war es ein teilmobiler Toaster.	Stadlhuber Agrarservice GbR (84544 Aschau am Inn, Bayern)	Jahresleistung: 4.000-8.000 t a ⁻¹	<ul style="list-style-type: none"> • Einfache, relativ wartungsarme Technik mit hoher Lebensdauer • Geringere Anschaffungskosten im Vergleich zu anderen Anlagen • Toastung auch von Körnerleguminosen möglich • Variable Einsatzmöglichkeiten: z.B. auch zum „Poppen“ von Getreide 	<ul style="list-style-type: none"> • Ohne vorausgehende Benetzung große Brandgefahr • Gefahr von Unterbehandlung bei großen Bohnen bzw. Gefahr von Überbehandlung bei kleinen Bohnen • Generell wird die äußere Schicht immer intensiver der Hitze ausgesetzt als die innere Schicht

Arbeitspaket 2-3: Schälen von Sojabohnen

Lukas Vogt (Naturland Fachberatung)

Im Projektverlauf ergab sich die Frage, welchen zusätzlichen möglicherweise positiven Effekt das Schälen von Sojabohnen haben könnte. Denn vorliegende Informationen bei Ackerbohnen zeigen, dass die Kerne etwa doppelt so eiweißreich sind wie die Schalen.

1. Eiweißgehalt der Schalen bei Ackerbohnen

Der Eiweißgehalt vollständiger Samen bei Ackerbohnen beträgt 26,5 %; bei den Kernen sind es 31,7%. Im Schalenanteil wird ein Proteingehalt von 16,3% bestimmt, der auf den Mehlannteil in der Schalenfraktion zurückzuführen ist. Durch eine Fraktionierung kann der Proteingehalt also um etwa 5 % gesteigert werden (Schott, 2017).

Die massenreichste Fraktion war die Kernfraktion (Schwerfraktion) mit 72 % der Gesamtmasse. Die Schalenfraktion (Leichtfraktion) machte 26 % der Gesamtmasse aus. Im Abscheidebehälter nach dem Zyklon können 0,1% der eingesetzten Masse an Mehlstaub gewonnen werden. Laut Uwe Brede, Bioland-Landwirt, steigt der Rohproteingehalt der Ackerbohnen durch das Schälen von 24 % um 6 bis 7 % auf 31 bis 32 %.

Tabelle 8: Zusammensetzung von Samen, Leichtfraktion (Schalen) und Schwerfraktion (Kerne) bei Ackerbohnen

Probenbezeichnung	Trockensubstanz [%]	Proteingehalt [%], bezogen auf Trockengehalt
Ackerbohne, Samen	89,2	26,5
Ackerbohnen, Kerne	89,8	31,7
Ackerbohne, Schalen	90,8	16,3

Quelle: Schott, 2017

Tabelle 9: Massen der Fraktionen

Fraktion	Masse [g]	Massenanteil
Samen	23882	1,0
Schalenfraktion	6253	0,26
Kernfraktion	17241	0,72
Verlust	360	0,02

Quelle: Schott, 2017

Tabelle 10: Proteinmassen auf Trockenmasse bezogen und Proteinmassenverteilung

Fraktion	Masse Protein [g]	Proteinmassenanteil
Samen	5642	1,00
Schalenfraktion	922	0,16
Kernfraktion	4909	0,87
Überschuss	189	0,03

Quelle: Schott, 2017

2. Eiweißgehalt der Schalen bei Sojabohnen

Nach Spann et al. (o.J.) haben Sojabohnenschalen einen relativ niedrigen Gehalt an Rohprotein (129 g/kg T) und NfE (411 g/kg T) bei einer hohen Energiekonzentration (11,35 MJ ME). Zu ähnlichen Ergebnissen kommt Orthoefer (Orthoefer, 1978). Sojaschalen sind also relativ proteinarm.

Tabelle 11: Durchschnittliche Zusammensetzung von Sojasamen in Gewichtsprozent

	Gesamtanteil	Protein	Fett	Kohlenhydrate	Asche
Gesamt	100	40	21	34	4,9
Keimblätter	90	43	23	29	5,0
Samenschale	8	9	1	86	4,3
Keimling	2	41	11	43	4,4

Quelle: Orthoefer, 1978

3. Das Schälen von Sojabohnen

Der normalerweise im Extraktionsschrot vorliegende Eiweißgehalt von 44% kann durch Entfernen der Schalen (und dementsprechenden Senkung des Rohfasergehalts) auf 50% erhöht werden (Vorwerck, 1968).

Die Schalenseparation ist vor oder nach der Extraktion möglich. Das Schälen der Sojabohnen vor der Extraktion bietet gegenüber dem Schälen nach der Extraktion die Vorteile, dass einerseits die Extraktionsleistung gesteigert werden kann und zum anderen das gesamte anfallende Extraktionsschrot einen Eiweißgehalt von 50% aufweist. Das Separieren der Schalen nach der Extraktion aus dem Schrot lässt dagegen nur Ausbeuten von 40% bis 50% Schrot mit 50% Eiweiß zu.

Die Kosten für das Schälen von Sojabohnen sind schwer zu bestimmen. Es liegen kaum Informationen vor, da Sojabohnen bisher selten geschält werden. Der Grund liegt darin, dass in Sojabohnen deutlich weniger Bitterstoffe enthalten sind als zum Beispiel in Ackerbohnen. Daher bleibt als Motivation für das Schälen ausschließlich die Erhöhung des Rohproteingehalts.

Wenn die Sojabohnen in einer fahrbaren Mahl- und Mischanlage gequetscht werden, würden Mehrkosten und -arbeit nur durch den Prozess des Windsichtens entstehen. Die Kosten würden sich hier auf ca. 1,50€ pro Dezitonne belaufen.

Alternativ zum Windsichten nach dem Quetschen sollte geklärt werden, ob nicht das Windsichten nach einer thermischen Aufbereitung zum gleichen Ergebnis führt. Durch die thermische Aufbereitung platzen viele Schalen auf und sollten sich leicht entfernen lassen.

3.1 Thermisches Schälverfahren

Zur Trennung von Schale und Kern wird in der Literatur überwiegend vorgeschlagen, die Sojabohnen einer Wärmebehandlung zu unterziehen. Hierdurch wird das im Kern befindliche Wasser verdampft. Dies bewirkt das Ablösen der Schale vom Kern. In einer Wirbelschichtapparatur erfolgt dann die Trennung der gelösten Schalen von den Kernen.

Beispiel einer thermischen Schockbehandlung zum Schälen der Sojabohnen

Die ganzen Sojabohnen werden in einem heißen Gasstrom mit einer Temperatur zwischen 100°C bis 150°C schockartig erhitzt. Dies führt zu einer sofortigen und totalen Ablösung der Schalen vom Kern, da die Schalen durch Wasserdampfbildung im Inneren regelrecht vom Kern abgesprengt werden. Die leichteren Schalen werden von den schwereren Kernen abgetrennt. Parallel und/oder nachfolgend zur thermischen Schockbehandlung und Abtrennung der abgesprengten Schalen von den Sojabohnenkernen erfolgt eine Konditionierung der Kerne in Form einer Durchwärmung zur Entbitterung und Trocknung auf eine vorbestimmte Restfeuchte.

3.2 Alternativen zu thermischen Schälverfahren: Brechen

Die überwiegende Auffassung der Fachwelt war früher, dass ein effektives und nahezu vollständiges Schälen von Sojabohnen eine thermische Behandlung der Früchte erfordert. Es wurde aber inzwischen gezeigt, dass ein Brechen der Sojabohnen eine vollständige Ablösung aller Schalteile von den Fruchtkernen bzw. den Fruchtkernbruchstücken bewirkt.

Ablauf des Brechens:

Brechen in 2 bis 8 Bruchstücke (bevorzugt in 4 bis 6 Bruchstücke)

Anschließende Behandlung der gebrochenen bohnenartigen Früchte in einer Wirbelschichtapparatur über eine Zeit von 4 bis 12 min (bevorzugt 6 bis 8 min).

3.3 Umsetzbarkeit des Brechens/Schälens für HEFU-Soja

Die Umsetzbarkeit des Schälens wäre im Projekt HEFU-Soja leicht gegeben, da laut Klaus Blackert (Lohnschroter für die im Projekt beteiligten landwirtschaftlichen Betriebe) das Schälen im Rahmen des normalen Schrotens möglich wäre. Hierfür werden die Sojabohnen (bzw. Ackerbohnen) vor dem Schroten angesaugt, gequetscht und anschließend der Tank vollständig mit Druck entleert. Durch das Quetschen werden die Schalen von den Kernen getrennt. Im Anschluss müssen die Sojaschalen mit Hilfe eines Windsichters aus der Charge entfernt werden. Dies kann nicht vom Schroter durchgeführt werden und wäre in der Zwischenzeit bis zum nächsten Schrottermin Aufgabe des Landwirtes. Beim folgenden Schrottermin könnten dann die geschälten Sojabohnen angesaugt werden und für die Ration verwendet werden. Laut Klaus Blackert macht er dies schon häufiger für Betriebe mit Ackerbohnen, aber die Umsetzung mit Sojabohnen wäre analog diesem Vorbild möglich. Ein Umfang von 1-2 Tonnen wäre gut durchführbar. Die Kosten und Aufwand des Schroters wären seiner Meinung nach minimal und würden die Kosten des Schrotens (wenn überhaupt) nur minimal erhöhen. Als Kosten würden die Anschaffungskosten eines Windsichters und die benötigte Zeit des Windsichtens entstehen.

4. Literaturverzeichnis

Orthofer, F.T. (1978): Processing and Utilization. In: NORMAN: Soybean Physiology, Agronomy and Utilization. 219-246. Acad. Press, New York.

Schott, Michael (2017): Analytische Bestimmung der Schalen- und Kernfraktionsanteiles der Ackerbohnen (*Vicia faba*) nach einer technischen Aufbereitung, Fraunhofer IVV; VPVL, Freising

Spann, B., Obermaier, A., Zens, H. G., & Stark, G. (o.J.): Einsatz von Sojabohnenschalen in der intensiven Bullenmast:

https://www.lfl.bayern.de/.../29204_unterschiedliche_menge_sojaschrot_bullen.pdf

Vorwerck, K. (1968), Die Aufbereitung von Sojabohnen. Fette, Seifen, Anstrichm., 70: 725–728. doi:10.1002/lipi.19680701006.

Arbeitspaket 3-1: Organisationsentwicklung, Fördertechnische Grundlagen, Investitionsberechnung

**Axel Wirz, Nadja Kasperczyk (FiBL Deutschland e.V.)
Verena Berlich (MGH GUTES AUS HESSEN GmbH)**

1. Zielsetzung

Für die Fällung einer Entscheidung zur Investition in eine Sojatoastanlage müssen drei wesentliche Bereiche betrachtet werden:

Wer oder in welcher Organisationsform soll in einer Sojatoastanlage investieren?

Welche Finanzierungs- bzw. Fördermöglichkeiten gibt es?

Welche Kosten und welche Rentabilität kann erwartet werden

Nachfolgend werden diese drei Fragen bearbeitet. Dabei beschreiben Kapitel 3.1.2 und 3.1.3 die entsprechenden Möglichkeiten. Kapitel 3.1.4 betrachtet insbesondere die Kostenaspekte einer Investition bei unterschiedlichen Fördermöglichkeiten und zeigt auf, ab welcher Höhe der Verarbeitungsmenge eine Investition sinnvoll ist.

2. Voraussetzung zur Organisationsform, -entwicklung

Rechtsformen für den landwirtschaftlichen Betrieb und Kooperationen

Die häufigste Rechtsform landwirtschaftlicher Betriebe in Deutschland ist das Einzelunternehmen. Sind Kooperationen mit anderen Betrieben geplant oder stehen z. B. große Investitionen für Maschinen und technische Anlagen an, kann es sinnvoll sein, die Rechtsform der betrieblichen Entwicklung anzupassen. Die gewählte Rechtsform entscheidet mit darüber, wie ein Betrieb besteuert wird, zu welchen Konditionen Kredite gewährt werden oder wer im Falle einer Insolvenz mit welchem Vermögen haftet.

Für unsere Operationelle Gruppe HEFU „Heimische Futtermittel – Soja“ wurden unterschiedliche Varianten des „Soja-Toastens“ und die entsprechenden Kosten je Tonne Soja kalkuliert. Prinzipiell gibt es zwei verschiedene Herangehensweisen:

Vergabe als Dienstleistung an Betreiber einer mobilen Anlage (z. B. Möhler)

Kauf einer eigenen Sojatoastanlage

Die Frage der Rechtsform wird dann relevant, wenn die Entscheidung getroffen wird, eine Sojatoastanlage zu kaufen. Hier gibt es grundsätzlich zwei Möglichkeiten:

- Ein landwirtschaftlicher Betrieb erwirbt die Anlage und betreibt sie. Über langfristige Verträge mit den anderen Landwirten kann er sein Risiko reduzieren. Alternativ dazu gründet der Landwirt für den Betrieb der Toastanlage eine vom Betrieb getrennte Gesellschaft (z.B. GmbH, UG).
- Mehrere landwirtschaftliche Betriebe kaufen und betreiben gemeinsam eine Toastanlage.

Hierfür gibt es eine Vielzahl an möglichen Rechtsformen.

Hinweis: Grundsätzlich gilt, dass es Förderprogramme für landwirtschaftliche Einzelunternehmen, Personengesellschaften und Kapitalgesellschaften gibt und hier aus unserer Sicht keine „Einschränkungen“ bestehen.

Welche Fragen sind im Vorfeld zu klären, um über die Rechtsform zu entscheiden?

- 1) Grad der unternehmerischen Unabhängigkeit: alleinige Verantwortung vs. Beteiligung anderer Unternehmen?
- 2) Formalitäten: Welche Formalitäten sind zu beachten/erfüllen?
- 3) Frage der Haftung: unbeschränkt oder beschränkt?
- 4) Besteuerung des Unternehmens: Welche Rechtsform bietet in welcher Ausgestaltung und bei welcher Ertragslage das steuerliche Optimum?
- 5) Image bzw. mögliche Wirkung der Rechtsform auf Geschäftspartner und Kunden
- 6) Buchführung: einfache Einnahme-Überschuss-Rechnung oder Buchführungspflicht samt Jahresabschluss (alle „Kaufleute“ sowie Kapitalgesellschaften)
- 7) Prüfpflicht durch Wirtschaftsprüfer (kostenpflichtig): mittelgroße bis große GmbH, GmbH& Co. KG, AG, s. Handelsgesetzbuch
- 8) Vorgeschriebenes Mindestkapital?
- 9) Gründungskosten: Kosten für Anwalt/Notar (entsprechend Stammkapital), Kosten für Entwurf von Gesellschaftsverträgen etc.?
- 10) Kapitalbeschaffung: Kredite oder Eigenkapital „fremder“ Investoren?
- 11) Eintrag ins Handelsregister: Aufwand und Verpflichtung zur doppelten Buchführung mit Gewinn-Verlust-Rechnung plus Bilanz

Fazit: Für die Auswahl der Rechtsform sind eine Einzelfallprüfung und eine professionelle Beratung (durch Rechtsanwalt, Steuerberater oder Notar) wichtig!

Exemplarisch sollen die drei folgenden Rechtsformen vorgestellt werden: GbR, GmbH, e.G.

2.1 Die GbR – die Gesellschaft bürgerlichen Rechts (Personengesellschaft)

Für Betriebsleiter, die eine Kooperation mit anderen Betrieben anstreben, hat sich die Gesellschaft bürgerlichen Rechts (GbR) bewährt. Diese Form ist sinnvoll, wenn Betriebsleiter beispielsweise Flächen oder Maschinen gemeinsam nutzen wollen, um Kosten zu senken. So werden gemeinsame Maschinen nicht nur nach dem Kostendeckungsprinzip mit den Anteilseignern abgerechnet, sondern können auch gegen Bezahlung bei anderen Landwirten oder öffentlichen Auftraggebern eingesetzt werden (aid, 2016).

Wichtig: Die Form der GbR ist besonders geeignet für ähnliche Partner, also für Betriebe, die eine ähnliche Struktur oder miteinander gut zu vereinbarende Ziele haben.

Die GbR ist ideal für jede unkomplizierte Form der Geschäftspartnerschaft. Besondere Formalitäten sind nicht erforderlich, eine mündliche Vereinbarung zwischen den Gesellschaftern ist ausreichend. Ein schriftlicher Vertrag ist allerdings empfehlenswert.

Ein Mindestkapital ist nicht vorgeschrieben.

Die GbR gehört zu den Personengesellschaften, d.h. ihre Gesellschafter haften jeweils mit ihrem Privatvermögen für alle Verbindlichkeiten der Gesellschaft (z.B. Steuerschulden). Im Gesellschaftervertrag (Innenverhältnis) können sie Sonderregeln vereinbaren.

Gesellschafter (mind. zwei) können natürliche Personen, Personengesellschaften oder auch juristische Personen sein. Die Gesellschafter haften zu gleichen Anteilen, sofern keine abweichenden Regelungen im Gesellschaftsvertrag getroffen werden. GbR-Gesellschafter haben die Geschäftsführung und auch die Vertretungsmacht gemeinsam inne. Geschäfte bedürfen der Zustimmung aller Gesellschafter.

Handelt es sich um einen Gewerbebetrieb, muss die GbR Gewerbesteuer entrichten. Jeder der Gesellschafter (natürliche Personen) ist einkommensteuerpflichtig. Die Höhe der Einkommensteuer orientiert sich am Gewinnanteil, der nach einheitlicher und gesonderter Feststellung jedem Gesellschafter zugeordnet wird.

Für Lieferungen und Leistungen muss die GbR entweder 19 Prozent Umsatzsteuer oder den ermäßigten Satz von 7 Prozent abführen.

Die GbR wird nicht im Handelsregister eingetragen, sie wird durch das Bürgerliche Gesetzbuch (BGB) geregelt. Damit unterliegt sie nicht der handelsrechtlichen Buchführungspflicht, sondern kann den Gewinn mittels der einfacheren Einnahmen-Überschussrechnung ermitteln.

2.2 Gesellschaft mit beschränkter Haftung (GmbH)

Die GmbH gehört zu den Kapitalgesellschaften. Sie ist für Gründerinnen und Gründer geeignet, die ihre Haftung beschränken möchten.

Die GmbH wird von mindestens einem Gesellschafter gegründet. Der Gesellschaftsvertrag muss notariell beurkundet werden. Für unkomplizierte Standardgründungen stellt das GmbH-Gesetz als Anlage zwei Musterprotokolle zur Verfügung, die drei Dokumente umfassen: Gesellschaftsvertrag, Geschäftsführerbestellung und Gesellschafterliste.

Das Mindeststammkapital beträgt 25.000 Euro, wovon aber nur die Hälfte sofort einbezahlt werden muss. Auch eine Sachgründung, also die Einbringung einer Maschine, eines Kfz usw. ist möglich. Hinzu kommen die Kosten für den Notar, der Eintrag im Handelsregister und die Bekanntmachung.

Die GmbH ist eine juristische Person. Das heißt, die Gesellschaft selbst und nicht ihre Gesellschafter tritt als Kaufmann im Geschäftsverkehr auf. Die GmbH schließt also zum Beispiel Verträge ab, besitzt Vermögen und muss Steuern zahlen. Um dies und alle weiteren geschäftlichen Angelegenheiten zu erledigen, braucht sie einen Geschäftsführer, der bei ihr angestellt ist. Die Geschäftsführung kann entweder der Gründer selbst übernehmen oder ein von ihm eingesetzter Geschäftsführer. Geschäftsführer kann nur eine natürliche und unbeschränkt geschäftsfähige Person sein.

Gegenüber Gläubigern haftet die GmbH – in der Regel – nur mit ihrem Gesellschaftsvermögen. Verletzt der Geschäftsführer die "Sorgfalt eines ordentlichen Geschäftsmanns" § 347 HGB, ist er der Gesellschaft zum Ersatz des entstandenen Schadens verpflichtet. In diesem Fall haftet er gegenüber der Gesellschaft mit seinem persönlichen Vermögen. Die Gesellschafter selbst haften nicht mit ihrem privaten Vermögen, allerdings gibt es auch hier Ausnahmen.

Die GmbH besteht aus drei Organen: Geschäftsführer, Gesellschafterversammlung und Aufsichtsrat (bei mehr als 500 Beschäftigten).

Der Gesellschaftsvertrag oder das Musterprotokoll müssen notariell beurkundet werden. Der Notar leitet den Vertrag an das Handelsregister weiter. Spätestens zum Zeitpunkt der Eintragung der GmbH ins Handelsregister muss der Gründer das Stammkapital (mind. 25.000 €) als Einlage geleistet haben.

Die Einlage kann durch Bareinlagen, Sacheinlagen (z.B. Maschinen) oder durch gemischte Einlagen (Bar- und Sacheinlagen) erbracht werden. Sacheinlagen müssen vor der Anmeldung der Gesellschaft geleistet sein. Bei Bareinlagen muss vor Anmeldung mindestens ein Viertel der Summe einbezahlt werden. Zusammen mit einer etwaigen Sacheinlage muss mindestens die Hälfte des Mindeststammkapitals vor der Anmeldung der Gesellschaft erbracht werden, also mindestens 12.500 Euro.

Die GmbH muss Körperschaftsteuer und Gewerbesteuer sowie den Solidaritätszuschlag entrichten. Bei Gewinnausschüttungen an Anteilseigner ist Kapitalertragssteuer fällig. Für die GmbH gelten die Bestimmungen des Handelsgesetzbuches (HGB). Sie ist zur gesetzlichen Buchführung (doppelte Buchführung samt Jahresbilanz) verpflichtet.

2.3 Eingetragene Genossenschaft (eG)

Die Genossenschaft ist sowohl eine Rechtsform für Gründungsteams als auch ein Kooperationsmodell für mittelständische Unternehmen.

Gründung und Satzung

Mindestens drei Gründungsmitglieder können eine Genossenschaft gründen. Für die Gründung einer eG muss eine Satzung ausgearbeitet werden. In der Satzung wird u. a. festgelegt, wie hoch die Genossenschaftsanteile sind, die die Mitglieder einzahlen müssen, ob Sacheinlagen (z.B. Maschinen) zulässig sind, auf welche Weise die Generalversammlung einberufen wird usw. Jedes Mitglied hat eine Stimme, unabhängig von seiner Kapitalbeteiligung. Eine notarielle Beurkundung ist nicht notwendig. Die eG muss im Genossenschaftsregister beim Amtsgericht eingetragen werden. Zudem ist sie Pflichtmitglied beim Prüfungsverband der Genossenschaften. Die gesetzliche Grundlage für die Gründung und Führung einer Genossenschaft regelt das Genossenschaftsgesetz (GenG).

Mindestkapital: Eine Mindestkapitaleinlage ist nicht vorgeschrieben. Allerdings prüft der Genossenschaftsverband, ob die Eigenkapitalausstattung ausreicht.

Haftung

Die eG haftet gegenüber Gläubigern in Höhe ihres Vermögens, die Genossenschaftsmitglieder haften also nicht persönlich. Für jedes einzelne Mitglied bedeutet das: Es haftet nur in Höhe seiner Genossenschaftsanteile. Auch im Falle einer Insolvenz werden die Gläubiger über das Vermögen der Genossenschaft befriedigt. Reicht dieses nicht aus, können die Mitglieder entweder unbeschränkt oder bis zu einer bestimmten Summe Eigenkapital nachschießen. Die Satzung muss festhalten, wie dazu im Fall der Insolvenz vorgegangen wird. Vereinbart werden kann auch, dass die Mitglieder überhaupt kein Eigenkapital nachschießen.

Organe der eG

Zu den Organen der eG gehören der Vorstand (Geschäftsführung und Außenvertretung), der Aufsichtsrat (Überwachung des Vorstands) und die Generalversammlung (u. a. Feststellung des Jahresabschlusses). Bei bis zu 20 Mitgliedern genügt ein Vorstandsmitglied, um die Geschäfte der Genossenschaft zu führen, auf einen Aufsichtsrat kann ganz verzichtet werden.

Steuern

Die Genossenschaft muss grundsätzlich Gewerbesteuer und Körperschaftsteuer abführen. Beide orientieren sich am Gewinn. Außerdem muss sie Umsatzsteuer an das Finanzamt bezahlen. Beschäftigt die Genossenschaft Personal, muss sie außerdem Lohnsteuer abführen. Erzielt die Genossenschaft einen Gewinn, kann dieser steuerfrei an die Mitglieder rückvergütet werden.

Prüfungspflicht und Jahresabschlüsse

Jede Genossenschaft ist Pflichtmitglied im Prüfungsverband und wird regelmäßig geprüft. Die ordnungsgemäße Geschäftsführung und die wirtschaftlichen Verhältnisse werden bei kleinen Genossenschaften (weniger als 1 Mio. Euro Bilanzsumme oder weniger als 2 Mio. Euro Umsatz) alle zwei Jahre, bei großen jedes Jahr kontrolliert. Der Aufwand für und die Anforderungen an die Jahresabschlüsse entsprechen in etwa denen der GmbH. Der jeweilige Verband übernimmt nicht nur Prüfungs-, sondern auch Betreuungsaufgaben.

Tabelle 12: Übersicht ausgewählter Rechtsformen in der Landwirtschaft

Tabellarischer Vergleich ausgewählter Rechtsformen					
Rechtsform	Mindestkapital	Haftung	Formalitäten/ Kosten	Registerpflicht	Schriftformerfordernis/ Sonstiges
Einzelunternehmen	nein	unbeschränkt	gering	nein	geeignet zum Einstieg; maximale Kontrolle
Einzelkaufleute	nein	unbeschränkt	relativ gering	Handelsregister	
GbR	nein	unbeschränkt	gering	nein	schriftlicher Gesellschaftsvertrag empfehlenswert; einfache Struktur
KG	Kommanditeinlagen (Höhe beliebig)	Komplementäre voll; Kommanditisten in Höhe ihrer Einlage	relativ gering	Handelsregister	schriftlicher Gesellschaftsvertrag empfehlenswert
AG	50.000 EUR	Gesellschaftsvermögen	sehr umfangreich	Handelsregister	schriftlicher Gesellschaftsvertrag (Satzung) mit gesetzlichem Mindestinhalt, notarielle Beurkundung zwingend erforderlich
GmbH	25.000 EUR (Einzahlung mindestens 12.500 EUR)	Gesellschaftsvermögen	umfangreich	Handelsregister	schriftlicher Gesellschaftsvertrag mit gesetzlichem Mindestinhalt, notarielle Beurkundung zwingend erforderlich
UG (haftungsbeschränkt)	1 EUR (Volleinzahlung; nur Bargründung)	Gesellschaftsvermögen	umfangreich	Handelsregister	schriftlicher Gesellschaftsvertrag mit gesetzlichem Mindestinhalt, notarielle Beurkundung zwingend erforderlich; geeignet zum Einstieg
eG	nein	Vermögen der eG	umfangreich	Genossenschaftsregister	schriftlicher Gründungsvertrag (Statut) zwingend; für Kooperationen in Landwirtschaft, Handwerk, Handel, Dienstleistungen
GmbH & Co. KG	25.000 EUR (für Komplementär-GmbH); Kommanditeinlagen (Höhe beliebig)	Gesellschaftsvermögen der Komplementär-GmbH; Kommanditisten in Höhe ihrer Einlage	umfangreich	Handelsregister	schriftlicher Gesellschaftsvertrag empfehlenswert für Komplementär-GmbH zwingend, s. o.

Quellen:

Vgl. <http://www.startup-in-bayern.de/themenmenu/rechtsformen/rechtsformen-im-vergleich.html>

und Rechtsformen: Übersichtstabelle (PDF) unter <http://www.aachen.ihk.de>, jeweils aufgerufen am 17.02.2014.

Quelle: Rechtsformen landwirtschaftlicher Unternehmen, aid infodienst e. V. (1147/2014)

3. Fördertechnische Grundlagen

Als Grundlage für eine Investitionsanalyse zur Anschaffung einer Soja-Toast-Anlage werden die nachfolgenden Förderprogrammen betrachtet:

- Agrarinvestitions-Förderungsprogramm (AFP)
- Förderung von Investitionen zur Diversifizierung (FID)
- Förderung der Marktstrukturverbesserung
- Rentenbank Programm „Wachstum“
- Rentenbank Programm „Nachhaltigkeit“
- KfW – ERP-Gründerkredit - Universell

3.1 Agrarinvestitions-Förderungsprogramm (AFP)

Was wird gefördert?

Ziel des Agrarinvestitionsförderungsprogrammes ist die Unterstützung einer wettbewerbsfähigen, nachhaltigen, besonders umweltschonenden, besonders tiergerechten und multifunktionalen Landwirtschaft. Hierzu können investive Maßnahmen gefördert werden, die insbesondere zur

- Verbesserung der Arbeits- und Produktionsbedingungen,
- Rationalisierung und Senkung der Produktionskosten,
- Erhöhung der betrieblichen Wertschöpfung beitragen.

Die Interessen der Verbraucher, die Entwicklung des ländlichen Raumes, die Erhaltung der biologischen Vielfalt und der Schutz des Klimas sind dabei besonders zu berücksichtigen.

Wer wird gefördert?

Landwirtschaftliche Unternehmen, die entweder

- die Mindestgrößen nach § 1 Abs. 2 des Gesetzes über die Alterssicherung der Landwirte erreichen oder überschreiten
- und deren Geschäftstätigkeit zu wesentlichen Teilen (mehr als 25 Prozent der Umsatzerlöse) darin besteht, durch Bodenbewirtschaftung oder durch mit Bodenbewirtschaftung verbundene Tierhaltung pflanzliche oder tierische Erzeugnisse zu gewinnen

oder

- wenn das Unternehmen einen landwirtschaftlichen Betrieb bewirtschaftet und unmittelbar kirchliche, gemeinnützige oder mildtätige Zwecke verfolgt.

Wie wird gefördert?

Zuschuss

- von bis zu 20 Prozent des förderfähigen Investitionsvolumens in der „Basisförderung“,
- von bis zu 40 Prozent des förderungsfähigen Investitionsvolumens in der „Premiumförderung“ bei Erfüllung baulicher Anforderungen an eine besonders tiergerechte Haltung (RL-EFP, Anlage 1, Teil B).

Junglandwirte (zum Zeitpunkt der Antragstellung jünger als 40 Jahre und die geförderte Investition muss innerhalb von 5 Jahren nach der erstmaligen Niederlassung getätigt sein) können einen zusätzlichen Zuschuss in Höhe von 10 Prozent des förderungsfähigen Investitionsvolumens, maximal 20.000 Euro erhalten.

3.2 Förderung von Investitionen zur Diversifizierung (FID)

Die gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Rahmenbedingungen für die Landwirtschaft bedingen deren stetigen Strukturwandel. Nicht alle Inhaber landwirtschaftlicher Unternehmen werden auch in Zukunft ein ausreichendes Einkommen aus der landwirtschaftlichen Urproduktion erwirtschaften können. Die Schaffung zusätzlicher Einkommensquellen aus selbständiger Tätigkeit soll mit dieser Art der Förderung unterstützt werden und damit ein Beitrag zur Erhaltung der Wirtschaftskraft des ländlichen Raumes geleistet werden.

Was wird gefördert?

Gefördert werden Investitionen zur Schaffung zusätzlicher Einkommensquellen im ländlichen Raum, die die Bedingungen des Art. 19 Abs. 1 Buchstabe b (Investitionen in die Schaffung und Entwicklung nichtlandwirtschaftlicher Tätigkeiten) der Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 ELER-VO) sowie die Bedingungen der Verordnung (EG) Nr. 1407/2013 (De-minimis-Beihilfen) erfüllen.

Einige Beispiele für Investitionen die nach dieser Richtlinie förderbar sind:

- Investitionen im Bereich „Urlaub auf dem Bauernhof“,
- Investitionen zur Direktvermarktung, □ Investitionen in Dienstleistungsangebote,
- Bäuerliche Gastronomie,
- Bäuerliches Handwerk,
- Natur- und Landschaftspflege

Wer wird gefördert?

Gefördert werden Unternehmen, unbeschadet der gewählten Rechtsform,

- deren Geschäftstätigkeit zu wesentlichen Teilen (mehr als 25 Prozent Umsatzerlöse) darin besteht, durch Bodenbewirtschaftung oder durch mit Bodenbewirtschaftung verbundene Tierhaltung pflanzliche oder tierische Erzeugnisse zu gewinnen, und
- die die in § 1 Abs. 2 des Gesetzes über die Alterssicherung der Landwirte (ALG) genannte Mindestgröße erreichen oder überschreiten,

Unternehmen, die einen landwirtschaftlichen Betrieb bewirtschaften und unmittelbar kirchliche, gemeinnützige oder mildtätige Zwecke verfolgen, Inhaber landwirtschaftlicher Einzelunternehmen deren Ehegatten sowie mitarbeitende Familienangehörige gem. § 1 Abs. 8 ALG, soweit sie in räumlicher Nähe zum landwirtschaftlichen Betrieb erstmalig eine selbständige Existenz gründen oder entwickeln.

Nicht gefördert werden Unternehmen, bei denen die Kapitalbeteiligung der öffentlichen Hand mehr als 25 Prozent des Eigenkapitals des Unternehmens beträgt.

Wie wird gefördert?

Die Zuwendungen können als Zuschüsse gewährt werden. Das Mindestinvestitionsvolumen beträgt in allen Fällen 10.000 Euro. Der Gesamtwert der einem Unternehmen gewährten De-minimis-Beihilfen darf 200.000 Euro bezogen auf einen Zeitraum von drei Jahren nicht übersteigen.

Höhe der Zuwendungen

Zuschuss: Es kann ein Zuschuss von bis zu 25 Prozent des förderungsfähigen Investitionsvolumens gem. Nr. 13.2 der Richtlinie gewährt werden. Der Höchstbetrag der Förderung ist grundsätzlich auf 200.000 Euro begrenzt.

3.3 Förderung der Marktstrukturverbesserung

Was wird gefördert?

Die Förderung mit Organisationsbeihilfen zielt darauf ab, die Gründung und das Tätigwerden von Erzeugerzusammenschlüssen zu unterstützen sowie deren Wettbewerbsfähigkeit zu verbessern, um auf diese Weise zur Absatzsicherung oder zur Schaffung von Erlösvorteilen auf der Erzeugerebene beizutragen. Die Förderung leistet einen Beitrag dazu, die Erfassung, Verarbeitung und Vermarktung von landwirtschaftlichen Erzeugnissen im Hinblick auf Art, Menge und Qualität des Angebotes an die Erfordernisse des Marktes anzupassen.

Die Förderung von Investitionen zur Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse ist darauf ausgerichtet, die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen der Verarbeitung und Vermarktung, Erzeugerzusammenschlüssen sowie von landwirtschaftlichen Unternehmen und Unternehmen der Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse im Rahmen von Kooperationen und Operationellen Gruppen zu verbessern, um auf diese Weise zur Absatzsicherung oder zur Schaffung von Erlösvorteilen auf der Erzeugerebene beizutragen. Hierbei sollen Innovationspotenziale erschlossen werden.

Die Förderung soll darüber hinaus einen Beitrag zur Verbesserung der Effizienz des Ressourceneinsatzes – insbesondere von Wasser und Energie – leisten und damit die ressourcensparende Verarbeitung und Vermarktung von landwirtschaftlichen Erzeugnissen entsprechend den Anforderungen des Marktes unterstützen.

Ziel der Förderung in Hessen ist die Stärkung der Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln mit höherer Qualität, die im Rahmen von anerkannten Lebensmittelqualitätsregelungen (in Hessen: Qualitätsmarke Geprüfte Qualität - Hessen), auf der Grundlage der EG-Öko-Verordnung, im Zusammenhang mit geschützten geographischen Angaben oder Ursprungsbezeichnungen erzeugt werden sowie Qualitätswein bestimmter Anbaugebiete nach der Verordnung (EU) Nr. 1308/2013.

Die Förderung zur Marktstrukturverbesserung umfasst folgende Bereiche: Gründung und Tätigwerden von Zusammenschlüssen landwirtschaftlicher Erzeuger Investitionen in die Verarbeitung und Vermarktung u.a. einschließlich Durchführbarkeitsstudien und Kosten der Vorplanung

Investitionen werden über den Entwicklungsplan für den ländlichen Raum (EPLR) 2014-2020 des Landes Hessen auf der Grundlage der ELER-Verordnung mit Beteiligung der EU gefördert. Die Gewährung von Organisationsbeihilfen erfolgt auf Grundlage der Fördergrundsätze des Rahmenplans der Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (GAK).

Wer wird gefördert?

- Anerkannte Erzeugerzusammenschlüsse und -organisationen und deren Vereinigungen.
- Unternehmen der Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse, deren Tätigkeit sich nicht gleichzeitig auf deren Produktion erstreckt.

Wie wird gefördert?

Investitionen, die der Erfassung, Lagerung, Kühlung, Sortierung, marktgerechten Aufbereitung, Verpackung, Etikettierung, Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse dienen. Architekten- und Ingenieurleistungen, Kosten für Beratung und Vorplanung. Förderhöhe: 10 bis 35 Prozent der förderfähigen Kosten, je nach Art und Größe des Unternehmens und Vorhabens. In speziellen Einzelfällen sind auch höhere Fördersätze möglich.

Organisationskosten, die für die Gründung und das Tätigwerden von Erzeugergemeinschaften und Erzeugerzusammenschlüssen entstehen. Die Zuschüsse können im 1. und 2. För-

derjahr bis zu 60 Prozent der förderfähigen Ausgaben, im 3. Jahr 50 Prozent, im 4. Jahr bis 40 Prozent und im 5. Jahr bis zu 20 Prozent betragen.

Wichtige Fördervoraussetzungen bei Investitionsvorhaben:

Antragsberechtigt sind Unternehmen,

- die weniger als 750 Personen beschäftigen oder einen Jahresumsatz von weniger als 200 Mio. Euro erzielen.
- wenn sie über einen Zeitraum von fünf Jahren mindestens 40 Prozent ihrer Aufnahmekapazität für förderfähige Erzeugnisse durch Lieferverträge mit Erzeugerzusammenschlüssen oder einzelnen Erzeugern auslasten.

Wirtschaftlichkeit und betriebswirtschaftliche Rentabilität des Unternehmens müssen gesichert sein. Absatzmöglichkeiten sind nachzuweisen.

3.4 Rentenbank Programm „Wachstum“

Die Rentenbank fördert mit diesem Programm Investitionen in der Landwirtschaft, die der Verbesserung der Gesamtleistung der landwirtschaftlichen Betriebe insbesondere durch Senkung der Produktionskosten oder Verbesserung und Umstellung der Produktion dienen.

Allgemeiner Hinweis:

Die Darlehen aus diesem Programm sind nach der Verordnung (EU) Nr. 702/2014 1, Artikel 14 und 17 freigestellt und können Beihilfen enthalten.

Wer wird gefördert?

Es werden Unternehmen der landwirtschaftlichen Primärproduktion gefördert. Das sind Unternehmen der Landwirtschaft, des Garten- und Weinbaus unabhängig von der gewählten Rechtsform und der steuerlichen Einkunftsart.

Die Betriebe müssen „kleine und mittlere Unternehmen“ (KMU) im Sinne der Definition der EU-Kommission sein. Das sind Unternehmen mit weniger als 250 Beschäftigten und einem Jahresumsatz von höchstens 50 Millionen EUR oder einer Jahresbilanzsumme von höchstens 43 Millionen EUR. Die genauen KMU-Kriterien finden Sie im Merkblatt „KMU“ unter www.rentenbank.de.

Junge Landwirte unter 41 Jahren, die als Einzelunternehmer tätig sind, erhalten einen zusätzlichen Zinsbonus. Das gleiche gilt auch für Personengesellschaften, deren Gesellschafter ausschließlich natürliche Personen sind, soweit mindestens ein Mitgesellschafter die Altersgrenze von 41 Jahren noch nicht erreicht hat.

Hinweis: Landwirtschaftliche Lohnunternehmen sowie forstwirtschaftliche Unternehmen sind in den Förderprogrammen der Agrar- und Ernährungswirtschaft antragsberechtigt. Nicht gefördert werden „Unternehmen in Schwierigkeiten“ im Sinne der Agrar- Gruppenfreistellungsverordnung Nr. 702/2014 der EU-Kommission.

Des Weiteren werden Unternehmen nicht gefördert, die einer Beihilfenrückforderung auf Grund eines Beschlusses der EU-Kommission zur Unzulässigkeit 1 Verordnung (EU) Nr. 702/2014 der EU-Kommission vom 25. Juni 2014 zur Feststellung der Vereinbarkeit bestimmter Arten von Beihilfen im Agrar- und Forstsektor und in ländlichen Gebieten mit dem Binnenmarkt in Anwendung der Artikel 107 und 108 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union, veröffentlicht im Amtsblatt der EU L 193/1 vom 01.07.2014 („Agrar - Gruppenfreistellungsverordnung“) einer Beihilfe und ihrer Unvereinbarkeit mit dem Binnenmarkt nicht nachgekommen sind.

Was wird gefördert?

Es werden Investitionen in die Primärproduktion landwirtschaftlicher Produkte gefördert. Außerdem werden Investitionen von Primärproduzenten in die Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Produkte gefördert.

Hinweis: Investitionen in die Direktvermarktung sind im Programm „Nachhaltigkeit“ förderfähig.

Folgende Kosten sind förderfähig:

- Bau, Erwerb und Modernisierung von Wirtschaftsgebäuden sowie baulichen Anlagen z.B. Ställe, Hallen
- Errichtung, Erwerb und Modernisierung von technischen Anlagen z.B. Melktechnik, Fütterungstechnik, Stalleinrichtung, Weinpresse
- Kauf von Maschinen z.B. Schlepper, Mähdrescher
- Anlage von Dauerkulturen

Allgemeine Aufwendungen im Zusammenhang mit den genannten Investitionen. Bei Investitionen, für die eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) vorgeschrieben ist, muss diese abgeschlossen und die Genehmigung für das entsprechende Investitionsvorhaben erteilt sein.

Was wird nicht gefördert?

- Für den Erwerb von Flächen (auch im Rahmen von Betriebskäufen) können keine Beihilfen gewährt werden
- Investitionen in die Erzeugung von Biokraftstoffen sowie von Energie aus erneuerbaren Energieträgern
- Erwerb von landwirtschaftlichen Produktionsrechten, Zahlungsansprüchen, Tieren und Betriebskapital
- Erwerb und Anpflanzung einjähriger Kulturen
- Entwässerungsarbeiten sowie Bewässerungsvorhaben
- Kosten im Zusammenhang mit Erzeugnissen der Fischerei und Aquakultur
- Investitionen zur Erfüllung von bereits geltenden Normen der EU
- Umsatzsteuer ist nur förderfähig, sofern der Antragsteller nicht Vorsteuer abzugsberechtigt ist

Darlehenshöchstbetrag und zulässige Beihilfenintensität

Es können bis zu 100 Prozent der förderfähigen Investitionskosten finanziert werden. Die Kredite sollen je Kreditnehmer und Jahr 10 Millionen EUR nicht übersteigen. Im Einzelfall können auch darüber hinausgehende Beträge refinanziert werden.

Der Darlehenshöchstbetrag ist durch beihilferechtliche Vorgaben begrenzt. Die maximal mögliche Beihilfenintensität beträgt 40 Prozent der förderfähigen Kosten.

Konditionen

Die aktuellen Konditionen sind über das Internet unter www.rentenbank.de erhältlich. Die Konditionengestaltung erfolgt auf Basis des Risikogerechten Zinssystems (RGZS). Die Preisklassen gestalten sich in Abhängigkeit von der Bonität des Kreditnehmers und der Qualität der Kreditsicherheiten. Der Sollzinssatz für den Kreditnehmer darf die aus der Margenvorgabe des RGZS ermittelte Sollzinsobergrenze nicht überschreiten. Die Darlehen werden von der Rentenbank zu 100 Prozent ausgezahlt. Die Hausbank ist berechtigt, bis zu einer Darlehenssumme von einschließlich 125.000 EUR eine Bearbeitungsgebühr für den ihr entstehenden erhöhten Aufwand für die Bearbeitung des Förderdarlehens von bis zu 1 Prozent einmalig bei Auszahlung einzubehalten. Bei höheren Darlehensbeträgen ist die Bearbeitungsgebühr somit auf 1.250 EUR begrenzt. In allen Programmkrediten wird auch ein beihilfefreier Sollzinssatz oberhalb des EU-Referenzzinssatzes angeboten.

Antragstellung

Die Rentenbank vergibt die Darlehen nicht direkt, sondern über die vom Kreditnehmer gewählte Hausbank. Der schriftliche Antrag ist vor Beginn des Vorhabens bei der Hausbank zu stellen. Angaben zur Antragsberechtigung, zum Verwendungszweck und zur Einhaltung der beihilferechtlichen Vorgaben der EU-Kommission sind subventionserheblich im Sinne von § 264 des Strafgesetzbuches in Verbindung mit § 2 des Subventionsgesetzes.

Kombination mit anderen öffentlichen Förderprogrammen (Kumulierung)

Die Darlehen aus diesem Programm dürfen mit anderen öffentlichen Fördermitteln kombiniert werden. Dabei sind je nach Vorhaben und Kreditnehmer unterschiedliche Beihilfeintensitäten und Beihilfeobergrenzen einzuhalten. Deshalb hat der Kreditnehmer bei Antragstellung - spätestens jedoch vor Auszahlung der Darlehen - gegenüber seiner Hausbank zu bestätigen, dass er entweder keine weiteren Beihilfen für das beantragte Vorhaben erhält oder die zulässigen Beihilfegrenzen einhält. Hierzu verwenden Sie bitte das Formular „Kumulierungserklärung“. Weitere Informationen finden Sie im Merkblatt „Beihilfen“.

Sonstige Bedingungen

Der Kreditnehmer hat gegenüber der Hausbank die zweckgebundene Mittelverwendung vollständig nachzuweisen. Außerplanmäßige Rückzahlungen sind für die Dauer der Sollzinsbindung nicht zulässig.

Gültigkeit

Das Programm gilt ab 01.01.2015 und ist befristet bis längstens 30.06.2021.

3.5 Landwirtschaftliche Rentenbank Programm „Nachhaltigkeit“

Nachhaltig investieren - natürliche Lebensgrundlagen erhalten

Gezielte Förderung. Mit dem Förderprogramm "Nachhaltigkeit" wird die Tiergesundheit, den Umweltschutz und die Biodiversität in der Landwirtschaft gestärkt.

Vielfältige Einsatzbereiche

Finanziert werden Investitionen in Maßnahmen zur:

- Steigerung der Energieeffizienz (z. B. Energie einsparende Heizungssysteme, Gebäudedämmung, Isolierungsmaßnahmen etc.)
- Minderung von Emissionen (z. B. Maschinen zur umweltgerechten Ausbringung von Pflanzenschutz- und Düngemitteln, Direktsaatgeräte, Geothermieanlagen)
- Gemeinschaftlicher Maschinenkauf von Landwirten
- Verbesserung der Tierhaltung (z. B. Verbesserung von Platzangebot, Belüftung und Lichtsituation, Umstellung auf Einstreu etc.)
- Förderung des Ökologischen Landbaus
- Qualitätsverbesserung in der Produktion (Investitionen in verbesserte Produkt- und Prozessqualitäten)
- Investitionen von Primärproduzenten in die Verarbeitung und Direktvermarktung landwirtschaftlicher Produkte

Gefördert werden mit diesem Programm produzierende Unternehmen der Landwirtschaft, des Wein- und Gartenbaus in allen Rechtsformen und Einkunftsarten. Außerdem werden Investitionen von Primärproduzenten in die Verarbeitung und Direktvermarktung landwirtschaftlicher Produkte gefördert.

Konditionen

In diesem Programm werden grundsätzlich Kredite zu den besonders günstigen LR-Top-Konditionen vergeben. Die in den Zinssätzen enthaltene Marge der Hausbanken ist nach dem Risikogerechten Zinssystem (RGZS) abhängig von Ihrer Bonität und den eingebrachten Sicherheiten. Die Zinssätze können Beihilfen nach EU-Recht enthalten.

Laufzeiten

Laufzeiten zwischen 4 und 30 Jahren sowie Zinsbindungsfristen von maximal 10 Jahren mit bis zu 3 tilgungsfreien Anlaufjahren zur Verfügung.

Darlehenshöchstbetrag

Die Kredite sollen je Betrieb 10 Mio. EUR pro Jahr nicht übersteigen. Der maximal zulässige Darlehensbetrag je Kreditnehmer ist durch EU-rechtliche Vorschriften begrenzt.

3.6 KfW – ERP-Gründerkredit - Universell

Finanzierung von Investitionen und Betriebsmitteln bei Unternehmensgründungen, Unternehmensnachfolgen und Unternehmensfestigungen

Förderziel

Förderziel: Der ERP-Gründerkredit - Universell ermöglicht eine zinsgünstige Finanzierung von Gründungen, Nachfolgeregelungen oder Unternehmensfestigungen. Es werden Gründer sowie Freiberufler und gewerbliche mittelständische Unternehmen gefördert, die noch keine 5 Jahre bestehen (Aufnahme der Geschäftstätigkeit). Kleine und mittlere Unternehmen im Sinne der KMU-Definition der EU können dabei in einem KMU-Fenster besonders günstige Konditionen erhalten.

Der Zinssatz wird aus Mitteln des ERP-Sondervermögens vergünstigt.

Wer kann Anträge stellen?

Das Programm wendet sich an:

- Natürliche Personen, die eine freiberufliche Existenz oder ein Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft (produzierendes Gewerbe, Handwerk, Handel und sonstiges Dienstleistungsgewerbe) gründen oder hierfür Festigungsmaßnahmen innerhalb der ersten 5 Jahre nach Aufnahme der Geschäftstätigkeit durchführen.
- Natürliche Personen, die Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft übernehmen oder im Rahmen von Unternehmensnachfolgen eine tätige Beteiligung oder deren Aufstockung eingehen, auch wenn sie bereits länger als 5 Jahre selbstständig sind.
- Natürliche Personen müssen über die erforderliche fachliche und kaufmännische Eignung für die unternehmerische Tätigkeit sowie hinreichenden unternehmerischen Einfluss verfügen.
- Freiberuflich Tätige sowie kleine und mittlere Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft innerhalb der ersten 5 Jahre nach Aufnahme ihrer Geschäftstätigkeit, die die Voraussetzungen für kleine und mittlere Unternehmen im Sinne der Definition der Europäischen Union erfüllen. Die Unternehmen müssen weniger als 250 Mitarbeiter und einen Jahresumsatz von höchstens 50 Mio. Euro oder eine Jahresbilanzsumme von höchstens 43 Mio. Euro haben. Die Unternehmen müssen unabhängig von Unternehmen sein, die diese Kriterien nicht erfüllen. Vertiefende Informationen finden Sie im KfW-Merkblatt "KMU-Definition", Bestellnummer 6000000196.
- Freiberuflich Tätige und größere mittelständische Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, innerhalb der ersten 5 Jahre nach Aufnahme ihrer Geschäftstätigkeit, die sich

mehrheitlich in Privatbesitz befinden und deren Gruppenumsatz 500 Mio. Euro nicht überschreitet (Programm-Nr. 73/075).

Zur Ermittlung des Gruppenumsatzes größerer mittelständischer Unternehmen werden der Umsatz des Antragstellers und die Umsätze der mit ihm verbundenen Unternehmen in voller Höhe addiert. Innenumsätze können herausgerechnet werden.

Als verbundene Unternehmen gelten:

- Unternehmen, an denen der Antragsteller direkt oder indirekt mit mehr als 50 Prozent beteiligt ist,
- Unternehmen, die am Antragsteller direkt oder indirekt mit mehr als 50 Prozent beteiligt sind, sowie
- alle Unternehmen, die in einem formellen Konzernverhältnis stehen. Neben Vorhaben im Inland können ebenfalls Vorhaben im Ausland gefördert werden, sofern eine der folgenden Konstellationen vorliegt:
 - Deutsche Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft.
 - In Deutschland freiberuflich Tätige
 - Tochtergesellschaften der oben genannten deutschen Unternehmen mit Sitz im Ausland.
 - Joint Ventures mit maßgeblicher deutscher Beteiligung im Ausland. Die Antragsberechtigung bei Auslandsvorhaben setzt jeweils voraus, dass auch die übrigen für einen Antragsteller im Inland geltenden Kriterien erfüllt werden.

Was wird gefördert?

Im Rahmen der De-minimis-Verordnung der EU sowie beihilfefrei werden alle nachfolgenden Investitionen gefördert, die einer mittel- und langfristigen Mittelbereitstellung bedürfen und einen nachhaltigen wirtschaftlichen Erfolg erwarten lassen. Darunter fallen auch gewerbliche Investitionen zur Barrierereduzierung.

Förderung:

- Alle Formen der Existenzgründung, also die Errichtung, die Übernahme von Unternehmen oder die Übernahme einer tätigen Beteiligung. □ Existenzgründung im Nebenerwerb.
- Im Rahmen von Nachfolgeregelungen die Unternehmensübernahme und der Erwerb oder die Aufstockung einer tätigen Beteiligung. Die alleinige Übernahme von Unternehmensanteilen im Sinne von Finanzinvestitionen ist nicht förderfähig.
- Festigungsmaßnahmen innerhalb der ersten 5 Jahre nach Aufnahme der Geschäftstätigkeit.
- Erneute Unternehmensgründung.

Darüber hinaus können auch Betriebsmittel finanziert werden.

Von einer Förderung ausgeschlossen sind:

- Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energien (diese können nach Maßgabe des KfW-Programms "Erneuerbare Energien" oder in den beihilfefreien Programmvarianten als Teil einer größeren Gesamtmaßnahme gefördert werden).
- Baumaßnahmen für "Betreutes Wohnen" (Wohngebäude). Diese können gegebenenfalls nach Maßgabe der Förderprogramme "Altersgerecht Umbauen", "Energieeffizient Bauen" und "Energieeffizient Sanieren –Kredit" gefördert werden).
- Umschuldungen und Nachfinanzierungen bereits abgeschlossener Vorhaben sowie Anschlussfinanzierungen und Prolongationen.
- Treuhandkonstruktionen und stille Beteiligungen ohne Zusammenhang zu tätigen Beteiligungen.

- sogenannte In-Sich-Geschäfte, wie zum Beispiel der Erwerb eigener Unternehmensanteile oder aus dem Eigentum des Ehegatten beziehungsweise Lebenspartners, Vermögensübertragungen/-verschiebungen zwischen Unternehmen einer Unternehmensgruppe oder im Rahmen von Betriebsaufspaltungen oder zwischen Kapitalgesellschaften und deren Gesellschaftern.

Ist eine Kombination mit anderen Förderprogrammen möglich?

Die Kombination einer Finanzierung aus dem ERP-Gründerkredit - Universell mit anderen Förderprogrammen ist im Rahmen der jeweils relevanten EU-Beihilfegrenzen möglich, sofern es nicht zu einer Überfinanzierung kommt. Die beihilferechtlichen Kumulierungsbestimmungen sind hierbei zu beachten (siehe hierzu "Allgemeines Merkblatt zu Beihilfen", Bestellnummer 600 000 0065). Ausgeschlossen ist jedoch eine Kombination mit Finanzierungen aus dem ERP-Gründerkredit - StartGeld sowie die Kombination einer Finanzierung aus einem haftungsfreigestellten ERP-Gründerkredit - Universell mit anderen haftungsfreigestellten Förderprogrammen der KfW.

Kreditbetrag

Mit dem Förderprogramm können bis zu 100 Prozent der förderfähigen Investitionskosten beziehungsweise der förderfähigen Betriebsmittel finanziert werden.
maximal 25 Mio. Euro pro Vorhaben

Laufzeit

Folgende Laufzeitvarianten stehen Ihnen bei einer Mindestlaufzeit von zwei Jahren zur Verfügung:

Betriebsmittelfinanzierungen:

- bis zu 5 Jahre bei höchstens 1 tilgungsfreien Anlaufjahr (5/1).

Warenlagerfinanzierungen:

- bis zu 5 Jahre bei höchstens 1 tilgungsfreien Anlaufjahr (5/1),
- bis zu 10 Jahre bei höchstens 2 tilgungsfreien Anlaufjahren (10/2).

Unternehmensübernahmen und tätige Beteiligungen:

- bis zu 5 Jahre bei höchstens 1 tilgungsfreien Anlaufjahr (5/1),
- bis zu 10 Jahre bei höchstens 2 tilgungsfreien Anlaufjahren (10/2).
- bis zu 20 Jahre bei höchstens 3 tilgungsfreien Anlaufjahren (20/3).

Investitionsfinanzierungen (sofern die zu finanzierenden Gegenstände im Anlagevermögen aktivierungsfähig sind und entsprechend ihrer betriebsgewöhnlichen Nutzung):

- bis zu 5 Jahre bei höchstens 1 tilgungsfreien Anlaufjahr (5/1),
- bis zu 10 Jahre bei höchstens 2 tilgungsfreien Anlaufjahren (10/2),
- bis zu 20 Jahre bei höchstens 3 tilgungsfreien Anlaufjahren (20/3).

Zinssatz

- Bei Krediten mit bis zu 10 Jahren Laufzeit wird der Zinssatz für die gesamte Kreditlaufzeit festgeschrieben.
- Bei Krediten mit mehr als 10 Jahren Laufzeit wird der Zinssatz entweder nur für die ersten 10 Jahre oder die gesamte Kreditlaufzeit festgeschrieben.
- Sofern erforderlich, unterbreitet die KfW Ihrer Hausbank vor Ende der Zinsbindungsfrist ein Prolongationsangebot.
- Die Programmzinssätze orientieren sich an der Entwicklung des Kapitalmarktes. Dabei gelten im KMU-Fenster (Programm-Nr. 074/076) besonders günstige Zinsen.

- Darüber hinaus wird in allen Programmvarianten ein beihilfefreier Zinssatz oberhalb des EU-Referenzzinssatzes angeboten.
- Der Kredit wird mit einem kundenindividuellen Zinssatz im Rahmen des am Tag der Zusage geltenden Maximalzinssatzes der jeweiligen Preisklasse zugesagt.
- Der Zinssatz wird unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Verhältnisse des Kreditnehmers (Bonität) und der Werthaltigkeit der für den Kredit gestellten Sicherheiten von der Hausbank festgelegt.

Hierbei erfolgt eine Einordnung in von der KfW vorgegebene Bonitäts- und Besicherungsklassen. Durch die Kombination von Bonitäts- und Besicherungsklasse ordnet die Hausbank den Förderkredit einer von der KfW vorgegebenen Preisklasse zu.

Jede Preisklasse deckt eine Bandbreite ab, die durch eine feste Zinsobergrenze (Maximalzinssatz) abgeschlossen wird. Der zwischen Ihnen und der Hausbank vereinbarte kundenindividuelle Zinssatz kann unter dem Maximalzinssatz der jeweiligen Preisklasse liegen. Einzelheiten zur Ermittlung des kundenindividuellen Zinssatzes entnehmen Sie bitte dem KfW-Merkblatt "Risikogerechtes Zinssystem", Bestellnummer 600 000 0038.

Die jeweils geltenden Maximalzinssätze (Soll- und Effektivzinssätze gemäß den gesetzlichen Bestimmungen) finden Sie in der Konditionenübersicht für die KfW-Förderprogramme im Internet unter www.kfw.de/konditionen oder per Faxabruf Nummer 069 74 31- 42 14.

Die Zinsen sind monatlich nachträglich am letzten Tag des jeweiligen Monats fällig.

Bereitstellung/Bereitstellungsprovision

Die Auszahlung des Kredites erfolgt zu 100 Prozent des Zusagebetrages.

Der Kredit ist in einer Summe oder in Teilbeträgen abrufbar.

Die Abruffrist beträgt 12 Monate nach Darlehenszusage. Eine Verlängerung kann vereinbart werden.

Für den noch nicht abgerufenen Kreditbetrag wird beginnend 2 Bankarbeitstage und 1 Monat nach dem Zusagedatum der KfW eine Bereitstellungsprovision von 0,25 Prozent pro Monat berechnet.

Tilgung

Während der tilgungsfreien Anlaufjahre zahlen Sie lediglich die Zinsen auf die ausgezahlten Kreditbeträge. Danach tilgen Sie in gleich hohen monatlichen Raten.

Außerplanmäßige Tilgungen können nur gegen Zahlung einer Vorfälligkeitsentschädigung vorgenommen werden.

Wie erfolgt die Antragstellung?

Die KfW gewährt Kredite aus diesem Programm ausschließlich über Kreditinstitute (Banken und Sparkassen), die für die von ihnen durchgeleiteten Kredite vollständig oder teilweise die Haftung übernehmen. Ihren Antrag stellen Sie daher bei einem Kreditinstitut Ihrer Wahl vor Beginn des Vorhabens.

Vor Auszahlung des KfW-Refinanzierungsdarlehens an das Finanzierungsinstitut ist ein Verzicht auf das Darlehen jederzeit möglich. Verzichtet der Kreditnehmer auf einen noch nicht abgerufenen Kredit, kann die KfW für dasselbe Vorhaben frühestens nach 6 Monaten einen neuen Kredit zusagen. Eine Antragstellung ist ohne Sperrfrist möglich, wenn das Vorhaben neu oder in wesentlichen Teilen verändert ist.

Haftungsfreistellung

Im Rahmen von Investitionsfinanzierungen, Unternehmensübernahmen und tätige Beteiligungen ist eine 50-prozentige Haftungsfreistellung des durchleitenden Kreditinstitutes mög-

lich, sofern das Unternehmen bzw. das Unternehmen des Antragstellers in der Regel seit 3 Jahren beziehungsweise am Markt aktiv ist, mindestens aber über eine Unternehmenshistorie mit aussagefähigen Jahresabschlussunterlagen von 2 Geschäftsjahren verfügt.

Förderschädlich für eine Haftungsfreistellung bei Antragstellung durch natürliche Personen ist ein Stimmenanteil eines anderen Gesellschafters, der Satzungsänderungen ermöglicht.

Die Haftungsfreistellung wird für die gesamte Kreditlaufzeit gewährt. Der maximale Endkreditnehmerzinssatz je Preisklasse ändert sich durch die Inanspruchnahme der Haftungsfreistellung nicht.

Sicherheiten

Für den Kredit sind bankübliche Sicherheiten zu stellen. Form und Umfang der Besicherung vereinbaren Sie im Rahmen der Kreditverhandlungen mit Ihrer Hausbank.

Bei Investitionen im Ausland können Sie zur Absicherung des politischen Risikos eine Garantie des Bundes für Kapitalanlagen im Ausland bei der PwC Deutsche Revision, New-York-Ring 13, 22297 Hamburg, Telefonnummer: 040 63 78-0, beantragen. Erhalten Sie eine Garantie des Bundes, sollten die Ansprüche dem durchleitenden Kreditinstitut als zusätzliche Sicherheit abgetreten werden.

Bei der Berechnung des KfW-Gesamtrisikos fließen neben dem beantragten Kredit alle mit Haftungsfreistellung an die Gruppe verbundener Kunden zugesagten Kredite in quotaler Höhe der Haftungsfreistellung ein. Bereits geleistete Tilgungen werden in Abzug gebracht.

Die KfW behält sich vor, ergänzende Unterlagen anzufordern, sofern dies für die Bearbeitung notwendig ist.

4. Investitionsrechnung Mobile Sojatoastanlage

Zur Berechnung der Investitionskosten und der Rentabilität wurden konkrete Angebote (Firma Möhler) für die ausgewählte Form der Toastanlagen herangezogen. Da die Organisationsform für die Investition keine direkte Auswirkung hat, wurden zum Vergleich drei Förderprogramme des Landes Hessen betrachtet. Das notwendige Kapital wurde in die Wirtschaftlichkeitsberechnung mit einer 100-prozentigen Fremdfinanzierung zu den Konditionen der Rentenbank, Programm Wachstum, berücksichtigt.

Ziel der Berechnung ist die Bewertung einer Wirtschaftlichkeit, die die notwendige Verarbeitungsmenge an Soja aufzeigt und diese auch als regionale Ware vorhanden ist, bzw. welcher Flächenanteil in Hessen nötig wäre.

4.1 Ausgangssituation

Für die Berechnung wird, laut Angebot, eine kombinierte Anlage, bestehend aus einer vorgeschalteten Schälanlage (Schule, VPC 320, Leistung bis 3 t/h), der eigentlichen Toastanlage (Mobilanlage Möhler, Leistung 2 t/h), und einer Entölung (Leistung 0,1 t/h) im Nachgang.

Die nachfolgende Tabelle beschreibt die notwendigen Kosten für die betrachtete Gesamtanlage, dabei wurden die Kosten für die Bereitstellung des Stellplatzes der Toastanlage (Platzbedarf = 20 x 3 m (60 m²)) nicht mit berücksichtigt, da die Mitglieder der Operationellen Gruppe diesen Stellplatz auf ihren Betrieben als vorhanden gesehen haben.

Der Gesamtrahmen der Investition beträgt für die weitere Betrachtung und Kalkulation 448.300 Euro. Dieser Kostenrahmen wird bei einer Realisierung wahrscheinlich höher ausfallen. Aber als Grundannahme beinhaltet er die wesentlichen Kosten der Investition.

Tabelle 13: Investitionskosten Gesamtanlage

Position	Einzelkosten in €	Gesamtkosten in €
Schälanlage/Schroter		
Schälanlage VPC 320	45.000,00	
Windsichter	2.000,00	
		47.000,00
Toastanlage		
1. Gasbrenner und Gasamatur, Gastank und Verdampfer	44.000,00	
2. Kühlsilo incl. Ventilator und kontinuierliche Entleerung	25.000,00	
3. Hochtemperatur Zyklon zur Staub- und Spelzenabreinigung	7.300,00	
4. Mobiler Sojatoaster	225.000,00	
		301.300,00
Entölung		
Ölpressen Leistung 0,1 t/h	25.000,00	
Tanks, Vorrührbecken, etc.	75.000,00	
		100.000,00
Gesamtkosten Komplettanlage		448.300,00

4.2 Annahmen zur Investitionsrechnung

Für die weitere Berechnung werden die nachfolgenden Annahmen getroffen, die die wesentlichen Aspekte berücksichtigen: Zeitaufwand und Leistungsniveau sowie optimaler Auslastungsgrad, laut Hersteller.

Des Weiteren wird die aktuell verfügbare Sojamenge in Hessen mit 392 ha (HMUKLV, 2016) angenommen. Konventionell wurde auf 310 Hektar Soja angebaut, ökologisch auf 82 Hektar. Als Ertrag wurde im Durchschnitt 3,0-3,5 t/ha im konventionellen und 2,5-3,0 t/ha im ökologischen Anbau angenommen (nach KTBL). Insgesamt wird von einer durchschnittlichen Erntemenge in Hessen von 1.200 t/a ausgegangen.

So werden für die Sojatoastanlage folgende Leistungen angenommen:

Tageseinsatz ohne Entölen = 12 h/Tag

Tagesleistung ohne Entölen = 24 t/Tag

Optimaler Jahreseinsatz/Auslastung (laut Hersteller) = 2.400 t/a = 1.200 h/a = 100 Tage

Wenn man nur die verfügbare Erntemenge aus Hessen betrachtet, ergibt sich folgende zeitliche Auslastung:

Jahreseinsatz nach hessenweiter Fläche (392 ha) = 1.200 t/a = 600 h/a = 50 Tage

Jahreseinsatz nach Bio-Anbaufläche (82 ha) = 250 t/a = 125 h/a = 11 Tage

Um die Wirtschaftlichkeit der Investition zu berechnen, sprich das Vorhandensein einer ausreichenden Verarbeitungsmenge oder der entsprechenden Anbaufläche in Hessen, wurden vier Modelle aufgestellt. Die Modelle beschreiben unterschiedliche Verarbeitungsmengen in Tonnen und die mögliche Nutzungsdauer der Toastanlage in Jahren.

Für die betriebswirtschaftliche Betrachtung wird der Restwert der Komplettanlage nach 10/15 Jahren = 10 % des Anschaffungswertes angenommen

Zusätzlich werden in der Investitionsrechnung die Instandhaltungskosten mit 1 % des Anschaffungswertes pro Jahr angenommen

Die vier Modelle sind:

Modell Optimal (ca. 2.400 t Soja als Verarbeitungsmenge)

Wirtschaftliche Nutzungsdauer bei optimaler Ausnutzung = 10 Jahre

Technische Nutzungsdauer bei optimaler Ausnutzung = 12.000 h

Durchschnittliche Verarbeitungsmenge Soja pro Jahr = 2.400 t

Modell Fläche (Bei einem Flächenanbau von 392 ha, ca. 1.200 t Soja Erntemenge)

Wirtschaftliche Nutzungsdauer bei geringerer Jahresleistung (600 h/a) = 15 Jahre

Technische Nutzungsdauer bei optimaler Ausnutzung = 9.000 h

Durchschnittliche Verarbeitungsmenge Soja pro Jahr = 1.200 t

Modell Bio (hessische Bioproduktion ca. 250 t/a Erntemenge)

Wirtschaftliche Nutzungsdauer bei geringerer Jahresleistung (125 h/a) = 15 Jahre

Technische Nutzungsdauer bei optimaler Ausnutzung = 1.875 h

Durchschnittliche Verarbeitungsmenge Soja pro Jahr = 250 t

Modell Wettbewerb (ca. 960 t Verarbeitungsmenge/a)

Wirtschaftliche Nutzungsdauer bei geringerer Jahresleistung (480 h/a) = 15 Jahre

Technische Nutzungsdauer bei optimaler Ausnutzung = 7.200 h

Durchschnittliche Verarbeitungsmenge Soja pro Jahr = 960 t

Als aktuelle Flächenaufteilung in Hessen werden folgende Daten angenommen:

Anbauflächen/Flächenertrag in Hessen:

- Sojaanbaufläche 2016 = 392 ha, davon 83 ha Ökofläche,
- Durchschnittsertrag konv. 3,0 - 3,5 t/ha , bio 2,5 -3,0 t/ha,
- Gesamtmenge = 988 t/207 t; = 1.195 t

Als mögliche weitere Verarbeitungsmenge können Ackerbohne und Erbse in der Toastanlage verarbeitet werden:

- Anbaufläche Futtererbsen 2015 ca. 2.500 ha, Ertrag ca. 3,5 t/ha, Erntemenge 9.900 t
- Anbaufläche Ackerbohne 2015 ca. 3.900 ha, Ertrag ca. 3,5 t/ha, Erntemenge 12.200 t

Auf Basis dieser Annahmen und den Beschreibungen der Modelle werden die folgenden Aspekte betrachtet:

- Abschreibung
- Finanzierung
- Förderung
- Zinsen
- Tilgung

jeweils in Abhängigkeit der Nutzungsdauer und der leistungsbedingten Stundenauslastung für den Gesamtzeitraum.

4.3 Berechnung der Abschreibung

a) Nutzungsdauerabhängige Abschreibung (bezogen auf 10/15 Jahre)

Nachfolgend wird die Abschreibung nach Nutzungsdauer entsprechend der vier Modelle berechnet. Dabei wird von einer linearen Abschreibung ausgegangen. Für Modell Optimal wird eine Nutzungsdauer von zehn Jahren angenommen, bei den Modellen Fläche, Bio und Wettbewerb von 15 Jahren.

Bei einer zehnjährigen Abschreibung beträgt der jährliche AfA-Wert 40.347 Euro, bei 15 Jahre 26.898 Euro

Tabelle 14: Modell Optimal

Anschaffungswert	448.300,00 €
Restwert	44.830,00 €
Wirtschaftliches Nutzungspotential in a	10
AfA nach Zeit in €/a	40.347,00 €

Tabelle 15: Modelle Fläche/Bio/Wettbewerb

Anschaffungswert	448.300,00 €
Restwert	44.830,00 €
Wirtschaftliches Nutzungspotential in a	15
AfA nach Zeit in €/a	26.898,00 €

b) Leistungsabhängige Abschreibung (bezogen auf Gesamtnutzungsdauer in h)

Nachfolgend erfolgt die Berechnung der Abschreibung auf Basis der Gesamtnutzungsdauer in Stunden, um einen AfA-Wert pro eingesetzter Stunde zu errechnen.

Tabelle 16: AfA für Modell Optimal

Anschaffungswert	448.300,00 €
Restwert	44.830,00 €
Technisches Nutzungspotential in h bei 10 Jahren	12.000
AfA nach Leistung in €/h	33,62 €

Tabelle 17: AfA für Modell Fläche

Anschaffungswert	448.300,00 €
Restwert	44.830,00 €
Technisches Nutzungspotential in h bei 15 Jahren	9.000 €
AfA nach Leistung in €/h	44,83 €

Tabelle 18: AfA für Modell Bio

Anschaffungswert	448.300,00 €
Restwert	44.830,00 €
Technisches Nutzungspotential in h bei 15 Jahren	1.875
AfA nach Leistung in €/h	215,18 €

Tabelle 19: AfA für Modell Wirtschaftlichkeit

Anschaffungswert	448.300,00 €
Restwert	44.830,00 €
Technisches Nutzungspotential in h bei 15 Jahren	7.200
AfA nach Leistung in €/h	56,04 €

Je nach Modell und Gesamtstundeneinsatz (Gesamtauslastung) liegen die AfA-Werte pro Stunde zwischen 33,62 Euro (Modell Optimal) und 215,18 Euro im Modell Bio.

4.4 Finanzierung/Förderung/Zinsen

Aus den oben beschriebenen Förderprogrammen (Kapitel 3) wurden die nachfolgenden Programme für die Investitionsanalyse betrachtet:

Förderung nach AFP, Fördersatz max. 20 %

Förderung nach FID, Fördersatz 25 %

Förderung nach Marktstrukturgesetz, Fördersatz 35 %

Ausgangslage ist, dass die Investition zu 100 Prozent fremdfinanziert wird. In Abhängigkeit des Fördersatzes der unterschiedlichen Programme auf die Investitionssumme von 448.300 Euro ergeben sich unterschiedliche Kredithöhen für die Aufnahmen von Fremdkapital. Das Fremdkapital wird über das Programm „Wachstum“ der Rentenbank mit den entsprechenden Konditionen finanziert.

Finanzierung der Investitionskosten auf Basis von drei Förderprogrammen

Auf Basis der Investitionssumme von 448.300 Euro ergeben sich für die drei Förderprogramme die nachfolgenden Kredithöhen:

Tabelle 20: Unterschiedliche Kredithöhe je Förderprogramm

Fördersatz je Programm	AFD 20 %	FID 25 %	MSG 35 %
Fördersumme auf Sojatoaster	89.660,00 €	112.075,00 €	156.905,00 €
Eigenkapital	0,00 €	0,00 €	0,00 €
Kredithöhe (Rentenbank, Kredit Wachstum)	358.640,00 €	336.225,00 €	291.395,00 €

Zinsen/Tilgungen in Abhängigkeit von Förderprogramm und Nutzungsdauer und Modell/Auslastung

Nachfolgend wird dargestellt wie die Zins- und Tilgungsbelastung für die unterschiedlichen Kreditsummen in den drei Förderprogrammen aussieht. Dabei wird die Belastung einmal pro Jahr, bei einer Tilgungszeit (= Laufzeit Kredit) gleich Nutzungsdauer (10/15 Jahre) und einmal pro Stunde entsprechende der Gesamtstundenleistung in den unterschiedlichen Modellen betrachtet.

Dabei wurden der Zins und die Tilgung mit zwei Ansätzen eingebracht:

1. Opportunitätskosten für gebundenes Eigenkapital in Höhe der Investitionssumme mit einem Zinssatz von 4 Prozent
2. Aktueller Zinssatz (2 Prozent) für Kredite und Tilgungsrate von 10 Prozent bei einer Laufzeit von 10 Jahren, bzw. einer Tilgungsrate von 6 Prozent bei einer Laufzeit von 15 Jahren.

a) In Abhängigkeit von der Nutzungsdauer = Laufzeit Kredit

Je nach Gesamtnutzungszeit (10/15 Jahre) beträgt die jährliche Zins- und Tilgungsbelastung je nach Förderprogramm zwischen 43.933 Euro und 24.208 Euro.

Tabelle 21: Zins- und Tilgungsbelastung in Abhängigkeit von der Nutzungsdauer

Förderprogramm, Laufzeit 10 Jahre	AFP	FID	MSG
Zeitabhängige Zinskosten	€/a	€/a	€/a
Zinsansatz gebundenes Eigenkapital =4 %	896,60	896,60	896,60
Zinsen + Tilgung Fremdkapital = 2 %+10 %	43.036,80	40.347,00	34.967,40
Gesamtzinsen + Tilgung	43.933,40	41.243,60	35.864,00

Förderprogramm, Laufzeit 15 Jahre	AFP	FID	MSG
Zeitabhängige Zinskosten	€/a	€/a	€/a
Zinsansatz gebundenes Eigenkapital =4 %	896,60	896,60	896,60
Zinsen + Tilgung Fremdkapital = 2 %+10 %	28.691,20	26.898,00	23.311,60
Gesamtzinsen + Tilgung	29.587,80	27.794,60	24.208,20

b) In Abhängigkeit der Stundenauslastung je Modell

Je nach Förderprogramm und der Gesamtnutzungsstunden in den verschiedenen Modellen beträgt die Zins- und Tilgungsbelastung 29,89 €/h im Modell Optimal und 222,36 €/h im Modell Bio.

Tabelle 22: Zins- und Tilgungsbelastung im Modell Optimal (12.000 h)

Förderprogramm	AFP	FID	MSG
Leistungsabhängige Zinskosten	€/h	€/h	€/h
Zinsansatz gebundenes Eigenkapital =4 %	0,75	0,75	0,75
Zinsen + Tilgung Fremdkapital = 2 %+10 %	35,86	33,62	29,14
Gesamtzinsen + Tilgung	36,61	34,37	29,89

Tabelle 23: Zins- und Tilgungsbelastung im Modell Fläche (9.000 h)

Förderprogramm	AFP	FID	MSG
Leistungsabhängige Zinskosten	€/h	€/h	€/h
Zinsansatz gebundenes Eigenkapital =4 %	1,49	1,49	1,49
Zinsen + Tilgung Fremdkapital = 2 %+6 %	47,82	44,83	38,85
Gesamtzinsen + Tilgung	49,31	46,32	40,35

Tabelle 24: Zins- und Tilgungsbelastung im Modell Bio (1.875 h)

Förderprogramm	AFP	FID	MSG
Leistungsabhängige Zinskosten	€/h	€/h	€/h
Zinsansatz gebundenes Eigenkapital =4 %	7,17	7,17	7,17
Zinsen + Tilgung Fremdkapital = 2 %+6 %	229,53	186,49	215,18
Gesamtzinsen + Tilgung	236,70	193,67	222,36

Tabelle 25: Zins- und Tilgungsbelastung im Modell Wettbewerb (7.200 h)

Förderprogramm	AFP	FID	MSG
Leistungsabhängige Zinskosten	€/h	€/h	€/h
Zinsansatz gebundenes Eigenkapital =4 %	1,87	1,87	1,87
Zinsen + Tilgung Fremdkapital = 2 %+6 %	59,77	56,04	48,57
Gesamtzinsen + Tilgung	61,64	57,91	50,43

4.5 Betriebskosten, jahres- und leistungsbezogene Belastung

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit der Investition in eine Sojatoastanlage werden des Weiteren die fixen Betriebskosten erstellt. Vereinfacht werden als fixe Betriebskosten in dieser Berechnung folgende Kostenblöcke angenommen:

- Jährliche Instandhaltung = 1 % der Investitionssumme
- AfA (s. Kapitel 4.3)

Jahresbelastung

Nachfolgend wird die Jahresbelastung für die entsprechende Nutzungsdauer, unter Berücksichtigung der Förderprogramme dargestellt

Tabelle 26: Jahresbelastung bei 10 Jahren Nutzungsdauer

Förderprogramm	AFP €/a	FID €/a	MSG €/a
Instandhaltung	4.483,00	4.483,00	4.483,00
AfA	40.347,00	40.347,00	40.347,00
Zinsen + Tilgung	43.933,00	41.243,00	35.864,00
Gesamtbelastung pro Jahr	88.763,40	86.073,60	80.694,00

Tabelle 27: Jahresbelastung bei 15 Jahren Nutzungsdauer

Förderprogramm	AFP €/a	FID €/a	MSG €/a
Instandhaltung	4.483,00	4.483,00	4.483,00
AfA	26.898,00	26.898,00	26.898,00
Zinsen + Tilgung	29.587,80	27.794,6	24.208,20
Gesamtbelastung pro Jahr	60.968,80	59.175,60	55.589,20

Leistungsbezogene Belastung pro Stunde

Nachfolgend werden die fixen Betriebskosten in €/h in Abhängigkeit der Stundenauslastung in den unterschiedlichen Modellen und Förderprogrammen dargestellt.

Tabelle 28: Fixe Betriebskosten pro h im Modell Optimal (12.000 h)

Förderprogramm	AFP €/h	FID €/h	MSG €/h
Instandhaltung	0,37	0,37	0,37
AfA	33,62	33,62	33,62
Zinsen + Tilgung	36,61	34,37	29,89
Gesamtbelastung pro Jahr	70,61	68,37	63,88

Tabelle 29: Fixe Betriebskosten pro h im Modell Fläche (9.000 h)

Förderprogramm	AFP €/h	FID €/h	MSG €/h
Instandhaltung	0,50	0,50	0,50
AfA	44,83	44,83	44,83
Zinsen + Tilgung	49,31	46,32	40,35
Gesamtbelastung pro Jahr	94,64	91,65	85,68

Tabelle 30: Fixe Betriebskosten pro h im Modell Bio (1.875 h)

Förderprogramm	AFP €/h	FID €/h	MSG €/h
Instandhaltung	2,39	2,39	2,39
AfA	215,18	215,18	215,18
Zinsen + Tilgung	236,70	222,36	193,67
Gesamtbelastung pro Jahr	454,28	439,93	411,24

Tabelle 31: Fixe Betriebskosten pro h im Modell Wettbewerb (7.200 h)

Förderprogramm	AFP €/h	FID €/h	MSG €/h
Instandhaltung	0,62	0,62	0,62
AfA	56,04	56,04	56,04
Zinsen + Tilgung	61,64	57,91	50,43
Gesamtbelastung pro Jahr	118,30	114,57	107,09

5 Wirtschaftlichkeitsanalyse

Unter welchen gegebenen Rahmenbedingungen (Förderprogramme, Laufzeiten, Auslastungsgrad der Anlage in Abhängigkeit der verfügbaren Sojamenge/Anbaufläche (verschiedene Modelle) eine Investition in eine Sojatoastanlage wirtschaftlich sinnvoll ist, zeigt die nachfolgende Wirtschaftlichkeitsanalyse.

Als weitere Rahmendaten zu Berechnung bzw. zum Wettbewerbsvergleich wurden noch folgende Annahmen getroffen:

- laufende Verarbeitungskosten laut Möhler = 105,00 €/t + km-Geld zur Anfahrt
- Energieverbrauch der Toastanlage = 11,55 €/h bei einem 12 Std. Einsatz (Berechnung: Gas = 0,42 €/l; ein Kubikmeter (m³) Flüssiggas in gasförmigem Zustand entspricht 3,93 l flüssigem Flüssiggas, Gastankvolumen laut Hersteller 330 l = 83 m³, Preis pro l = 42 Cent = 138,6 € bei 12 Std.-Einsatz)
- Öltank 240 l, Preis pro l = 1,12 €, Gesamtkosten = 268,8 € = 22,4 €/h bei einem 12 Std.-Einsatz
- Personalkosten für Bedienungspersonal (tariflicher Stundenlohn: Meister = 16,50/h netto + AG-Zuschlag 21,5 %, Fachkraft mit mindestens drei Jahren Berufserfahrung = 13,75/h netto + AG-Zuschlag 21,5 %)
- Verwaltungskostenzuschlag: 10 % der Gemeinkosten (= Instandhaltung + AfA + Zins/Tilgung)
- Gewinnmarge 10 % (= auf alle Kostenarten)

Bei einer täglichen Einsatzdauer der Sojatoastanlage von 12 Stunden wird eine Verarbeitungsmenge von 24 Tonnen Soja angenommen.

Nachfolgend werden für die vier Modelle die Kosten pro Stunde Einsatz, bzw. bei einer Verarbeitungskapazität von 2 Tonnen Soja pro Stunde die Kosten pro Tonne verarbeitetes Soja dargestellt. Die Darstellung erfolgt unter Berücksichtigung der drei Förderprogramme.

Tabelle 32: Modell Optimal (2.400 t Soja/a oder 10 Jahre/12.000 h Gesamtnutzungszeit)

Förderprogramm	AFP €/h	FID €/h	MSG €/h
Energiekosten Gas	11,55	11,55	11,55
Energiekosten Öl	22,40	22,40	22,40
Personalkosten Meister	20,13	20,13	20,13
Personalkosten Fachkraft	16,78	16,78	16,78
Instandhaltung	0,37	0,37	0,37
AfA	33,62	33,62	33,62
Zins+Tilgung	36,61	34,37	29,89
Verwaltungskostenzuschlag 10 % d. Gemeinko.	7,06	6,84	6,39
Gewinnmarge	14,85	14,61	14,11
Gesamtkosten pro h	163,38	160,66	155,24
Kosten pro t Soja in € (bei 2 t/h)	81,69	80,33	77,62

Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und der Wettbewerbsfähigkeit der Investition wird als Vergleichsmaßstab der Verarbeitungspreis der Firma Möhler für eine Tonne Soja in Höhe

von 105 Euro pro Tonnen genommen. Bei der angenommenen Kostenstruktur und der optimalen Auslastung der Sojatoastanlage würde der Preis pro Tonnen Soja im beschriebenen Modell zwischen 81,69 € und 77,62 € je Förderprogramm liegen

Tabelle 33: Modell Fläche (1.200 t Soja/a oder 15 Jahre/9.000 h Gesamtnutzungszeit)

Förderprogramm	AFP €/h	FID €/h	MSG €/h
Energiekosten Gas	11,55	11,55	11,55
Energiekosten Öl	22,40	22,40	22,40
Personalkosten Meister	20,13	20,13	20,13
Personalkosten Fachkraft	16,78	16,78	16,78
Instandhaltung	0,50	0,50	0,50
AfA	44,83	44,83	44,83
Zins+Tilgung	49,31	46,32	40,35
Verwaltungskostenzuschlag 10 % d. Gemeinko.	9,46	9,17	8,57
Gewinnmarge	17,50	17,17	16,51
Gesamtkosten pro h	192,46	188,84	181,61
Kosten pro t Soja (bei 2 t/h)	96,23	94,42	90,80

Im Modell Fläche beträgt der Preis pro verarbeiteter Tonne Soja zwischen 96,23 € und 90,80 €.

Tabelle 34: Modell Bio (250 t Soja/a oder 15 Jahre/1.875 h Gesamtnutzungszeit)

Förderprogramm	AFP €/h	FID €/h	MSG €/h
Energiekosten Gas	11,55	11,55	11,55
Energiekosten Öl	22,40	22,40	22,40
Personalkosten Meister	20,13	20,13	20,13
Personalkosten Fachkraft	16,78	16,78	16,78
Instandhaltung	2,39	2,39	2,39
AfA	215,18	215,18	215,18
Zins+Tilgung	236,70	222,36	193,67
Verwaltungskostenzuschlag 10 % d. Gemeinko.	45,43	43,99	41,12
Gewinnmarge	57,06	55,48	52,32
Gesamtkosten pro h	627,62	610,26	575,54
Kosten pro t Soja (bei 2 t/h)	313,81	305,13	287,77

Im Modell Bio beträgt der Preis pro verarbeiteter Tonne Soja zwischen 313,81 € und 287,77 €.

Tabelle 35: Modell Wettbewerb (960 t Soja/a oder 15 Jahre/7.200 h Gesamtnutzungszeit)

Förderprogramm	AFP €/h	FID €/h	MSG €/h
Energiekosten Gas	11,55	11,55	11,55
Energiekosten Öl	22,40	22,40	22,40
Personalkosten Meister	20,13	20,13	20,13
Personalkosten Fachkraft	16,78	16,78	16,78
Instandhaltung	0,62	0,62	0,62
AfA	56,04	56,04	56,04
Zins+Tilgung	61,64	57,91	50,43
Verwaltungskostenzuschlag 10 % d. Gemeinko.	11,83	11,46	10,71
Gewinnmarge	20,10	19,69	18,87
Gesamtkosten pro h	221,09	216,56	207,52
Kosten pro t Soja (bei 2 t/h)	110,54	108,28	103,76

Im Modell Wettbewerb beträgt der Preis pro verarbeiteter Tonne Soja zwischen 110,54 € und 103,76 € je nach Inanspruchnahme der drei Förderprogramme.

6 Fazit

Ausschlaggebend für eine Entscheidung für oder gegen die Investition in eine Sojatoastanlage und die Wirtschaftlichkeit ist das Vorhandensein ausreichender Verarbeitungsmengen heimischen Sojas (mengenmäßig/bzw. flächenmäßig). Als Kostenvergleichsfaktor wird der Preis der Firma Möhler mit 105 €/t genommen.

Im Modell Optimal wird als Verarbeitungsmenge von 2.400 t Soja ausgegangen. Bei dieser Größenordnung lohnt sich die Investition in eine Toastanlage. Die Kosten pro Tonne verarbeitetes Soja beträgt ca. 77 €. Die benötigte Verarbeitungsmenge ist jedoch mit der in Hessen bisher angebauten Sojafläche (konv. und öko.) nicht zu erreichen.

Im Modell Fläche wird eine Verarbeitungsmenge von 1.200 t pro Jahr angenommen, welches der aktuell erzeugten Erntemenge bei rund 392 Hektar Sojaanbau (2015/16) entspricht. Hier beträgt der Verarbeitungspreis rund 91 €. Eine Wettbewerbsfähigkeit ist in diesem Fall ebenfalls gegeben. Hier müssen jedoch noch die Trennungskosten für konventionelle und ökologische Ware berücksichtigt werden.

Im Modell Bio wird von einer Verarbeitungsmenge von ca. 250 Tonnen pro Jahr ausgegangen. Dies entspricht in etwa dem Ernteertrag der aktuellen ökologischen Sojaanbaufläche. Hier betragen die Kosten pro Tonnen rund 288 €. Damit ist eine Sojatoastanlage nur für den Biobereich zu kostenintensiv und nicht wettbewerbsfähig.

Im Modell Wettbewerbsfähigkeit wird von einer Verarbeitungsmenge von rund 960 t pro Jahr ausgegangen. Dies Verarbeitungsmenge liegt im Rahmen der aktuell vorhandenen Anbaufläche für Soja in Hessen. Hier liegen die Kosten pro Tonne bei 103 € und sind somit vergleichbar mit dem Angebot der Firma Möhler. Aber auch hier wurden die Trennungskosten für konventionelle und ökologische Ware nicht mit berücksichtigt.

7 Literaturverzeichnis

Rechtsformen

J. Beckhoff & M. Heil, aid (Stand: 15.02.2016)
<https://www.aid.de/inhalt/rechtsformen-609.html>

www.existenzgruender.de: Bundesministerium f. Wirtschaft und Energie (2016): GründerZeiten 11, Rechtsformen, veröffentlicht unter:
http://www.existenzgruender.de/SharedDocs/Downloads/DE/GruenderZeiten/GruenderZeiten-11.pdf?__blob=publicationFile

Förderprogramme

<https://umwelt.hessen.de/landwirtschaft/foerderangebote>

<https://www.rentenbank.de/foerderangebote/landwirtschaft/>

[https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Gr%C3%BCnden-Erweitern/F%C3%B6rderprodukte/F%C3%B6rderprodukte-\(S3\).html](https://www.kfw.de/inlandsfoerderung/Unternehmen/Gr%C3%BCnden-Erweitern/F%C3%B6rderprodukte/F%C3%B6rderprodukte-(S3).html)

Arbeitspaket 3-2: Soja-Wertschöpfungsketten

Lukas Vogt (Naturland Fachberatung)

1. Motivation

Die Vielzahl an Lebensmittelskandalen in den letzten Jahren sensibilisiert die Verbraucher. Es steigt der Wunsch nach mehr Regionalität, die der Verbraucher aber auch ohne großen Aufwand selber nachprüfen kann. Am Erfolg von Direktvermarktern, Bauernläden, Bauernmärkten und regionalen Spezialitäten kann man dies sehr gut ablesen. So besteht auch in Hessen eine hohe Nachfrage nach regional erzeugtem Schweine- und Geflügelfleisch, die durch das bisherige Angebot aber nicht gedeckt werden kann. Für einen Großteil der Verbraucher sind die regionale Herkunft und die Unterstützung der heimischen Landwirtschaft ein Grund, Öko-Produkte zu kaufen. Zusammen mit dem Tierschutz ist der Regionalitätsgedanke ein wesentliches Argument für den Erwerb von ökologisch hergestellten tierischen Lebensmitteln.

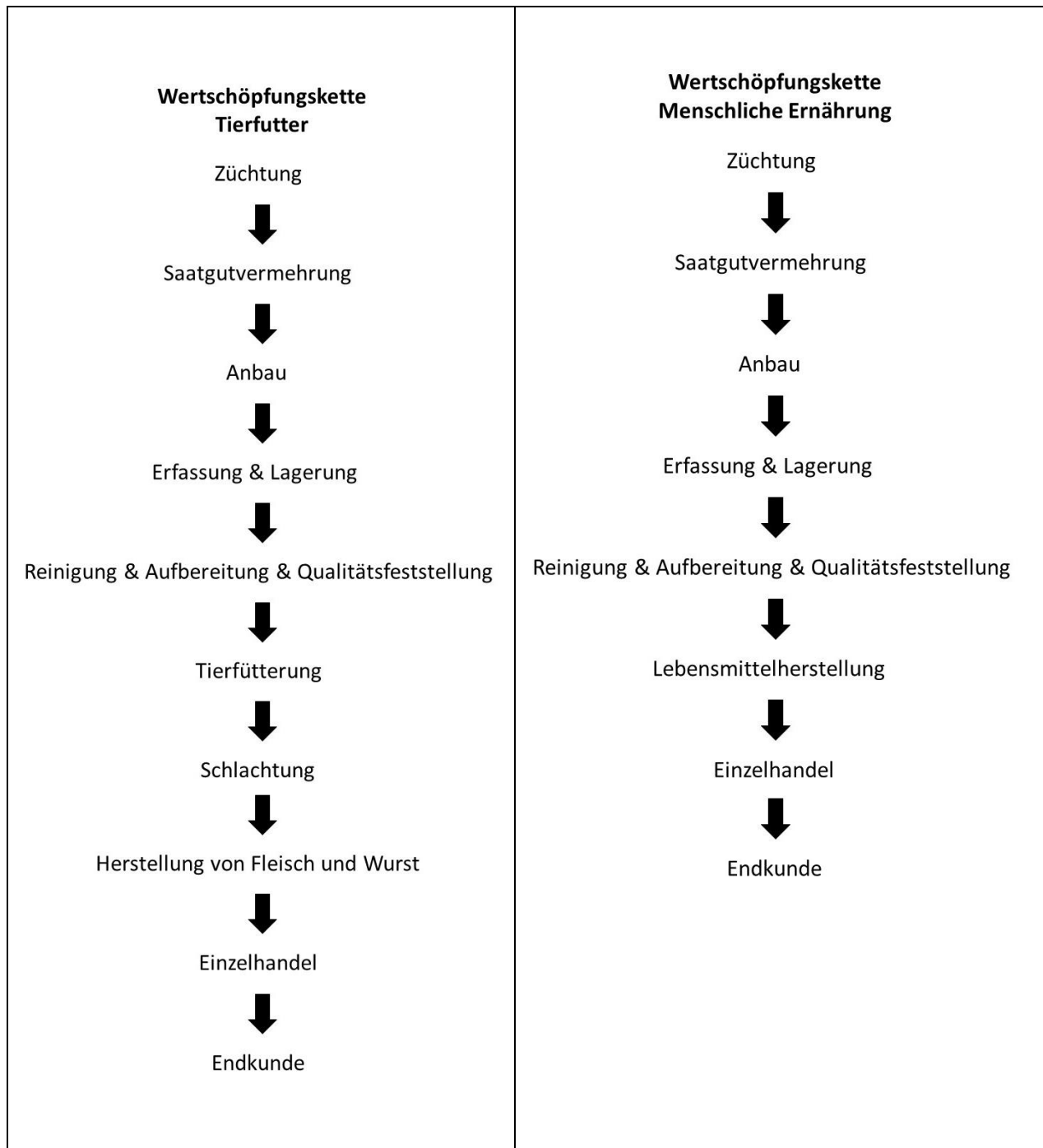
Die Nachfrage und daher auch die Verbrauchererwartung kann trotz eines leichten Anstiegs der Produktion nur teilweise mit Produkten aus heimischer Erzeugung gedeckt werden. Um das Angebot an ökologisch und regional erzeugtem Geflügel- und Schweinefleisch in Hessen der Nachfrage anzupassen, ist eine Ausweitung und Optimierung der Erzeugung notwendig. Dafür müssen die Strukturen für die Schlachtung, Verarbeitung und Vermarktung in Hessen verbessert und teilweise neu geschaffen werden. Für die Erstellung einer regionalen Wertschöpfungskette muss die Fütterung mit heimischen Eiweißfuttermitteln sichergestellt werden; vor allem Sojabohnen eignen sich gut. Der Anbau und die Fütterung von heimischen Sojabohnen muss daher gefördert und als zusätzliches Werbeargument in einer regionalen Wertschöpfungskette genutzt werden.

2. Zielsetzung

Im Frühjahr 2016 hat die „Operationelle Gruppe Heimische Futtermittel – Soja“ (OG HEFU-Soja) ihre Arbeit aufgenommen. Sie besteht aus vier hessischen Naturland Landwirten, einem hessischem Bioland-Landwirt, der Naturland Fachberatung – Öko-Beratungs-Gesellschaft mbH, der MGH Gutes aus Hessen GmbH, dem FiBL Deutschland e.V., dem Kasseler Institut für ländliche Entwicklung e.V., der Vereinigung Ökologischer Landbau in Hessen und dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen. Ihr Ziel ist es, die Grundlagen für die Einrichtung einer Wertschöpfungskette „hessisches Soja“ zu legen. Wichtig ist dabei die Erzielung eines angemessenen Preisniveaus für Erzeugerbetriebe und die Deckung der wachsenden Nachfrage von Verbrauchern und Handel nach Öko-Geflügel und Öko-Schweinefleisch aus regionaler Erzeugung. Die Steigerung und Optimierung der Erzeugung von Öko-Geflügel- und Öko-Schweinefleisch führt gleichzeitig zu einer Erhöhung des Selbstversorgungsgrads in Hessen.

Als erster Schritt für eine spätere konkrete Umsetzung ist die modellhafte Erstellung von Wertschöpfungsketten erforderlich.

Abbildung 5: Wertschöpfungsketten Tierfutter und menschliche Ernährung



3. Modellhafte Wertschöpfungsketten

Im Folgenden wird zwischen der „Wertschöpfungskette Tierfutter“ und der „Wertschöpfungskette menschliche Ernährung“ (siehe Abbildung 5) unterschieden. In der „Wertschöpfungskette Tierfutter“ geht es ausschließlich um die Produktion von Schweine- und Geflügelprodukten (Fleisch und Eier). Die Sojafütterung an Rinder wird nicht beleuchtet. Der Schwerpunkt in der OG HEFU-Soja liegt auf der Sojaproduktion für die Schweinemast. Die „Wertschöpfungskette menschliche Ernährung“ ist der Vollständigkeit halber aufgeführt, da sie die

größte Konkurrenz zur „Wertschöpfungskette Tierfutter“ darstellt. Auf diese Konkurrenz wird in einem späteren Abschnitt eingegangen.

4. Erläuterungen zu einzelnen Schritten in der Wertschöpfungskette

Dieser Abschnitt geht genauer auf die einzelnen Schritte der „Wertschöpfungskette Tierfutter“ ein.

4.1 Züchtung

Unter dem Punkt Züchtung versteht man die Züchtung von neuen Sojabohnensorten. Diese sind in der Regel besser an die Ansprüche von heimischer Landwirtschaft, Verarbeitern und Verbrauchern angepasst. Bisher findet die Sojasortenzüchtung vor allem in Kanada statt. Positive Effekte wie die Schaffung von Arbeitsplätzen und der Erlös verbleiben in Kanada. Eine verstärkte Sojasortenzüchtung in Deutschland und Europa würde heimische Arbeitsplätze schaffen und Sojasorten hervorrufen, die besser an mitteleuropäische Standortbedingungen angepasst sind. Hierdurch könnten höhere Erträge durch besser angepasste Sojasorten und bessere Qualitäten (zum Beispiel bessere Aminosäurezusammensetzungen) erlangt werden. Insgesamt wären höhere Preise generierbar. Eine weitere Hauptproblematik ist, dass in Kanada nur noch gentechnisch veränderte Sojafuttersorten gezüchtet werden. Es wird immer schwieriger, gentechnikfreies Saatgut zu bekommen (es ist anzumerken, dass die kanadischen Sorten bisher immer gut waren, so dass es nicht überrascht, dass Kanada sich zum Mittelpunkt der Sortenzüchtung für Sojabohnen mit früher Abreife entwickelt hat). Daher ist die heimische Sojasortenzüchtung eine Chance für die Zukunft. Sie hat in den vergangenen Jahren bereits begonnen. So wurden einige frühreife Sorten gezüchtet, die teilweise auch schon auf dem Markt sind. Als Zuchtprogramme sind zu nennen: Universität Hohenheim, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Saatbau Linz (Österreich), DSP/Delley (Schweiz), RAGT (Frankreich) und Globe Seeds (Niederlande). Sorten aus diesen Programmen sind: Sultana (RAGT), RGT Shouna, Gallec (DSP), Amadine (DSP), Pollux (DSP), Amarok (DSP).

4.2 Saatgutvermehrung

Bei der Saatgutvermehrung besteht derzeit ein hohes Konfliktpotential, da ein Teil der Züchter nicht bereit ist Saatgutvermehrung in Deutschland durchzuführen. Zurzeit ist eine regionale Sojabohnenvermehrung nur möglich mit RAGT und BayWa (mit einem Teil der DSP-Sorten). Daher ist es allgemein sehr schwierig eine regionale, Saatgutvermehrung in großem Maßstab in der Wertschöpfungskette zu etablieren. Es stellt sich natürlich die Frage, wie regional die Saatgutvermehrung sein muss. Es dürfte akzeptiert werden, wenn die Saatgutvermehrung nicht direkt in Hessen stattfindet, sondern in einem angrenzenden Bundesland. Im an Hessen angrenzenden bayerischen Regierungsbezirk Unterfranken betreibt beispielsweise Naturlandbetrieb Neder in Ramsthal eine Saatgutvermehrung.

4.3 Lagerung

Sojabohnen brauchen einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt [%], um sie optimal lagern zu können. Die Lagerfähigkeit ist allgemein abhängig vom Feuchtigkeitsgehalt und der Unversehrtheit der Sojabohnen. Rohe Vollfettsojabohnen sind bei einem Feuchtigkeitsgehalt von unter 9% ein bis zwei Jahre lagerfähig. Je weiter der Feuchtigkeitsgehalt steigt, desto kürzer sind die rohen Vollfettsojabohnen lagerfähig. So reduziert sich die Lagerfähigkeit auf maxi-

mal 12 Monate, wenn der Feuchtigkeitsgehalt von 9% auf 11% steigt. Bei einem Feuchtigkeitsgehalt von über 11% sinkt die Lagerungszeit auf unter sechs Monate.

Sojaöl ist nicht länger als drei Monate lagerungsfähig.

Bei Sojakuchen beträgt der Lagerungszeitraum drei bis sechs Monate.

Aufbereitete, unversehrte Vollfettsojabohnen können bis zu einem Jahr gelagert werden. Gequetschte Sojabohnen sind kürzer lagerfähig, da sie eine größere Oberfläche haben.

4.4 Tierfütterung

Hier ist die Verfütterung des Sojakuchens an Legehennen, Schweine und Rinder (Milchkühe und Bullenmast) gemeint. Meistens ist die Pressung des Sojas zu Öl und Sojakuchen notwendig.

4.5 Menschliche Ernährung

Die Verwendung von Sojabohnen für die menschliche Ernährung setzt eine Aufbereitung zu einem bestimmten Reinheitsgehalt voraus.

5. Fördernde und hemmende Faktoren in einer Wertschöpfungskette

5.1. Fördernde Faktoren in einer Soja-Wertschöpfungskette

Im Folgenden werden Faktoren genannt, die die Entwicklung einer regionalen Soja-Wertschöpfungskette praktisch oder auch nur argumentativ unterstützen können.

Regionalität:

- Die regionale Herkunft von Lebensmitteln ist ein Wunsch vieler Verbraucher.
- Futter soll möglichst innerbetrieblich verwertet werden.

Gentechnikfreiheit:

- Gentechnikfreiheit wird derzeit Standard überall in Deutschland (auch in Discountern).

Klimaschutz im Ackerbau:

- Soja hat ein positives Image wegen seines Beitrags zum Humusaufbau.

Vielfalt:

- Soja hat einen positiven Effekt, weil es die Fruchtfolge erweitert.

Ansprüche an Forschung und Beratung:

- Es sollen Zuchtfortschritte erzielt werden.
- Es sollten Ergebnisse und Erfahrungen im Anbau gesammelt und weitergegeben werden.
- Es sollten gute Futterrationen gestaltet werden.

Medien:

- Landwirte, Vermarkter und Einzelhändler brauchen Werbung, dass sie eine regionale Wertschöpfungskette und ein Vermarktungsprogramm in die Welt gerufen haben und betreiben.

Ökonomie:

- Gute (mindestens kostendeckende) und faire Preise im Ökolandbau.

Vorteil regionaler Anbau und Verarbeitung:

- Wenn der Import von Soja durch den vermehrten regionalen Anbau von Soja und eine regionale Aufbereitung und Weiterverarbeitung reduziert wird, entstehen geringere Transportkosten, die Emissionen werden durch die verkürzten Transportwege gesenkt und regionale Arbeitsplätze werden gesichert.

5.2. Hemmende Faktoren in einer Soja-Wertschöpfungskette:

Im Folgenden werden Faktoren erläutert, die die Funktionsfähigkeit der Wertschöpfungskette gefährden können, wenn Defizite vorhanden sind:

Anbau

Die Wirtschaftlichkeit der angebauten Arten spielt eine wichtige Rolle. Im konventionellen Anbau sind zum Beispiel Weizen und Mais Konkurrenzkulturen der Sojabohne. Der Soja-, Weizen- und Körnermaispreis im konventionellen Anbau muss hier im Schnitt über die Jahre betrachtet werden. Im Ökolandbau kann es zu Konkurrenz zwischen Sojabohnen und Erbsen und Ackerbohnen kommen.

Insgesamt sind die vergleichsweise hohen Saatgutkosten im Sojaanbau zu berücksichtigen. Die Pflanzenschutzkosten und die geringe Auswahl von Herbiziden für den Sojaanbau spielen im konventionellen Landbau eine wichtige Rolle. Diese Kosten entfallen im ökologischen Anbau. Stattdessen entstehen im ökologischen Landbau Kosten für die mechanische Unkrautbekämpfung. In Hessen besteht ein großes Risiko durch die unkontrollierbaren Witterungsverhältnisse und die Unkrautgefahr. In anderen Anbaugebieten sind die Witterungsverhältnisse besser kalkulierbar und über die Jahre hinweg konstanter. Schlechte Witterungsverhältnisse zum Reifezeitpunkt können eine rechtzeitige Ernte verhindern. Der Unkrautgefahr kann nur durch eine gelungene Unkrautbekämpfung entgegengewirkt werden.

Aufbereitung

Grundsätzlich besteht der Bedarf und die Notwendigkeit einer passenden Aufbereitung und Entölung. Fehlende regionale Aufbereitungsanlagen können so zu einem hemmenden Faktor in der Wertschöpfungskette werden.

Konkurrenz und allgemeine Marktbedingungen

Durch den allgemein steigenden Anbau in Europa steigt die Konkurrenz in der Vermarktung der Sojabohnen und die Marktbedingungen erschweren sich zunehmend. Als Beispiel ist der steigende Anbau von Sojabohnen in Südosteuropa („Donausoja“) zu nennen. In Zukunft werden vermehrt europäische Sojabohnen auf den deutschen Markt drängen. „Donausoja“ wird auch als Extraktionsschrot vertrieben und kann somit Überseeschrote einfach ersetzen. Die Regionalität sollte dann entsprechend gewichtet werden.

Tofu-Faktor

Der Landwirt erhält für Speisesoja in der Regel einen höheren Preis im Vergleich zu Futtersoja. Die daraus resultierende Vorzüglichkeit von Speisesoja hemmt den Anbau von Futtersoja.

Saatgut

Es ist notwendig, stets ausreichende Saatgutmengen in guter Qualität (ohne Besatz, ausreichende Triebkraft usw.) zu erhalten. Das kann insbesondere bei schneller Ausdehnung des Sojaanbaus zu erheblichen Problemen führen

Nicht angemessene Erzeugerpreise

Futtermittelzubereitung

Für die Verfütterung ist eine gleichbleibende, stets gute Qualität nach dem Aufbereitungsprozess nötig.

Zudem muss eine gute Auslastung der Aufbereitungsanlagen erzielt werden. Die bisherige Auslastung in vielen Futtermittelaufbereitungsanlagen in Deutschland liegt unter 50 %. Durch vermehrten Sojaanbau könnte die Auslastung und damit auch der Gewinn für alle Beteiligten erhöht werden.

Veredelung

Es muss sowohl ein angemessener Gesamtpreis in der Futtermittelration als auch eine hohe Akzeptanz bei den Veredelungsbetrieben erzielt werden.

6. Vermarktung von Öl

Allgemein ist eine Vermarktung des in der Ölpressung gewonnen Öls nötig. Derzeit geht das Sojaöl zu 95 % ins Tierfutter. Aber eigentlich liegt der Sinn der Ölpressung darin, das Öl den Futtermitteln zu entziehen. Meist wird das Öl einer anderen Ration zum Beispiel zur Staubbindung hinzugefügt. Dies ist in Futtermühlen gut möglich, für den einzelnen Landwirt jedoch aufwendig. Der Grund dafür, dass das Öl meist wieder dem Futter hinzugefügt wird, liegt im fehlenden Absatzmarkt für Sojaöl. Sowohl für konventionelles als auch für ökologisches Sojaöl besteht keine Nachfrage in Deutschland. Die Nachfrage scheint gesättigt zu sein. Die beste Absatzmöglichkeit wäre, wenn man das Sojaöl als regionales Speiseöl vermarkten könnte. In diesem Fall wäre aber eine zusätzliche Filterung nötig, um einen sehr hohen Reinheitsgrad zu erhalten. Dies würde die Kosten und Preise aber wohl zu weit steigen lassen. Zudem ist Sojaöl derzeit kein populäres Öl. Im Vergleich zu Rapsöl, Sonnenblumenöl und Olivenöl ist die Nachfrage beim Verbraucher nach Sojaöl sehr gering. Insgesamt ist festzustellen, dass die Vermarktung von Sojaöl schwierig ist.

7. Wie finde ich genügend Landwirte für eine gute Auslastung der Aufbereitungsanlage?

Die Kriterien decken sich mit den üblichen Bedingungen, unter denen Landwirte sich bevorzugt auf Innovationen einlassen.

- Preis
- Vertragspartner
- Langfristigkeit
- Angebot an verschiedenen Serviceleistungen (wie Saatgutbeschaffung, Beratung, usw.)

8. Mögliche Partner für eine Wertschöpfungskette:

Im Idealfall arbeiten die landwirtschaftlichen Betriebe mit dem Futtermittelhandel und dem regionalen Einzelhandel zusammen. Die Betriebe bauen Soja an, verfüttern dieses nach einer passenden Aufbereitung an ihre Tiere und verkaufen diese an Metzgereien bzw. Wurst und Fleisch aus eigener Herstellung an den Einzelhandel. Wenn andere Komponenten, die über die Futtermühle bezogen werden, auch regional sind, dann sollte eine Bewerbung mit regionalem Bezug erfolgen.

9. Ausblick

Insgesamt ist festzuhalten, dass die Nachfrage nach gentechnikfreien Lebensmitteln stark steigt. Zudem besteht die Forderung von Nicht-Vegetariern, dass Fleisch mit gentechnikfreiem Futter erzeugt wird.

Des Weiteren ist der Bedarf nach Bio-Eiern bei weitem noch nicht gedeckt und hierfür ist Soja als Eiweißkomponente entscheidend.

Es sind steigende Preise durch den hohen Bedarf von Soja als Lebensmittel festzustellen. Es gibt mehrere Faktoren, die den Anbau zunehmend wirtschaftlicher machen und dazu führen, dass immer mehr landwirtschaftliche Betriebe Soja anbauen. Betriebe, die schon durch eine funktionierende Wertschöpfungskette, Aufbereitung oder durch ihr Know-How etabliert sind, werden von dieser Entwicklung stärker profitieren, im Vergleich zu Betrieben, die später auf den Anbau von Sojabohnen setzen.

Es ist essenziell, dass im Vergleich zur Importware ein Mehrpreis im Endprodukt erzielt wird, wenn der heimische Sojaanbau gefördert und ausgeweitet werden soll. Für den Verbraucher muss leicht zu erkennen sein, warum er mehr für ein Produkt aus einer regionalen Wertschöpfungskette zahlt. Regionale Wertschöpfungsketten müssen daher unbedingt vom Anfang bis zum Ende konsequent durchdacht sein. Wenn der „regionale Mehrwert“ nicht positiv vermarktet werden kann, ist rumänisches Soja günstiger. Daher muss jeder Schritt vom Produzenten bis zum Verbraucher in Hessen durchlaufen und dokumentiert werden, wenn das Endprodukt als „hessisch“ akzeptiert werden soll.

Arbeitspaket 3-3: Analyse von potentiellen Partnern für Soja-Wertschöpfungsketten

... in der konventionellen Landwirtschaft hinsichtlich der Nutzung von hessischem Soja

Verena Berlich (MGH GUTES AUS HESSEN GmbH)

1 Einleitung

Im Rahmen von Arbeitspaket 3 – Organisationsentwicklung, Aufbereitung und Wertschöpfungskette – soll unter anderem untersucht werden, ob es mögliche Partner für Wertschöpfungsketten außerhalb der Operationellen Gruppe gibt.

Die MGH GUTES AUS HESSEN GmbH hat diese Aufgabe übernommen und dazu aus den Partnern der Qualitätsmarke „Geprüfte Qualität – HESSEN“ 19 Betriebe ausgewählt, die bestimmte Anforderungen erfüllen.

- Unter der Voraussetzung, dass sie noch selbst schlachten und entsprechend direkter Kontakt zu den Erzeugern besteht, wurden vier Metzgereien ausgewählt. Entsprechend wurden vier Schweineerzeuger ausgewählt, die eine dieser Metzgereien beliefern.
- Zusätzlich wurden vier Eiererzeuger ausgesucht, die über den Handel vermarkten.
- Weitere sieben Betriebe wurden als Direktvermarkter ausgewählt, drei erzeugen und vermarkten ihre Schweine selbst, vier haben Legehennen.

Für alle drei Gruppen wurde ein Fragebogen (Anlage 1) entwickelt und den Betrieben vorab per E-Mail zugesandt. Anschließend wurden die Betriebe telefonisch befragt. Ein Betrieb, der keine E-Mail-Adresse hat, wurde direkt telefonisch kontaktiert. Zwei Betriebe schickten den Fragebogen ausgefüllt per E-Mail zurück.

2 Ergebnisse

2.1 Landwirte

Von den acht Landwirten konnten sieben zu ihrem Umgang mit Eiweißfuttermitteln befragt werden. Davon sind drei Schweineerzeuger und vier Eiererzeuger.

Bei allen Befragten ist Soja in der Futterration enthalten. Bei den Schweineerzeugern liegt der Anteil zwischen 8 und 20 Prozent, bei den Eiererzeugern bei 20 bis 25 Prozent. Zwei Eiererzeuger konnten keine Auskunft über den Eiweißfutteranteil in der Ration geben, da sie ein fertiges Mischfutter verwenden. Zwei Landwirte geben an, darüber hinaus Ackerbohnen bzw. Ackerbohnen und Erbsen zu verfüttern.

Der jährliche Verbrauch an Eiweißfuttermitteln liegt zwischen 50 und 600 Tonnen. Den höchsten Verbrauch mit 600 Tonnen gibt ein Eiererzeuger an, der über 58.180 Legehennen-

plätze verfügt. Durchschnittlich werden von den sieben Landwirten rund 192 Tonnen Soja benötigt.

Abbildung 6: Verwendete Eiweißfuttermittel - Landwirte

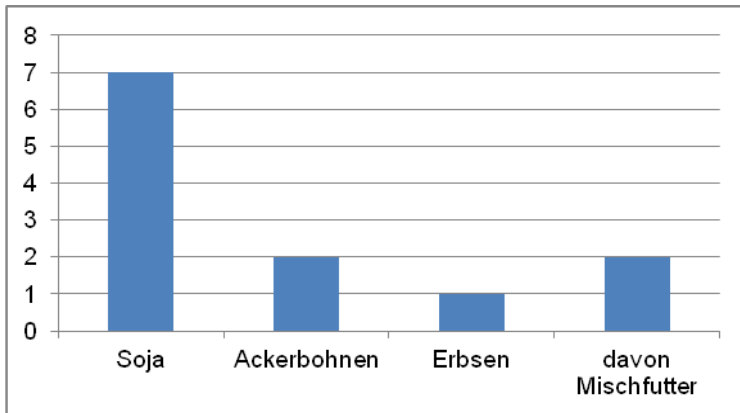


Abbildung 7: Anteil Soja an der Futtermischung - Landwirte

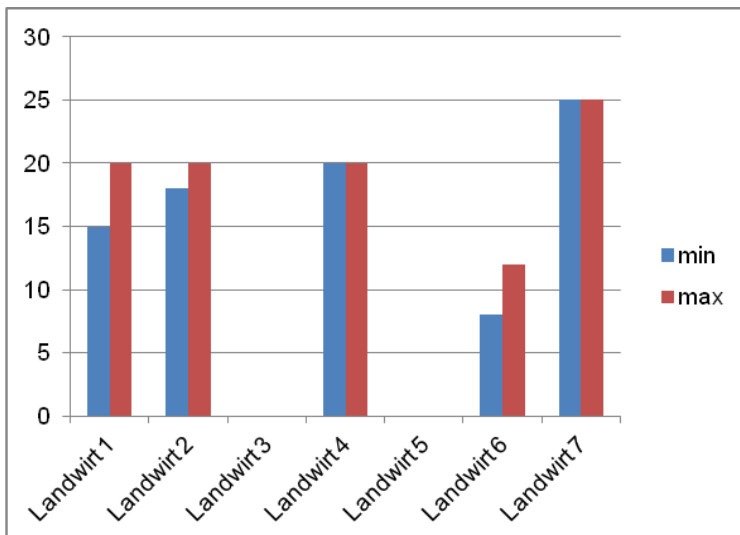
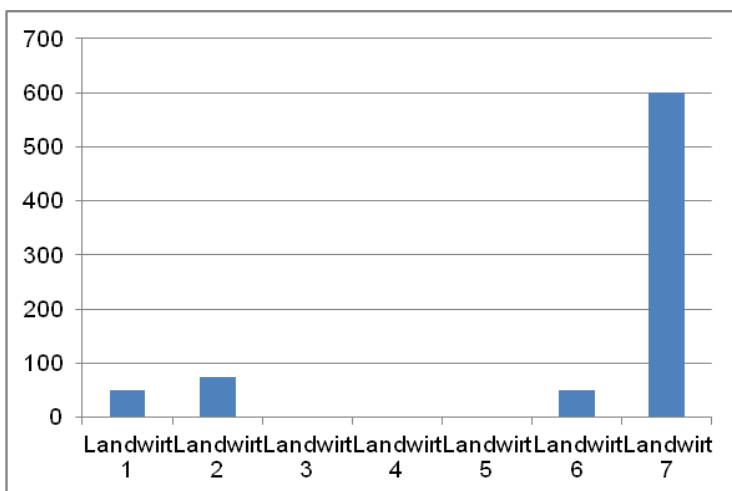


Abbildung 8: Sojabedarf pro Jahr in Tonnen - Landwirte

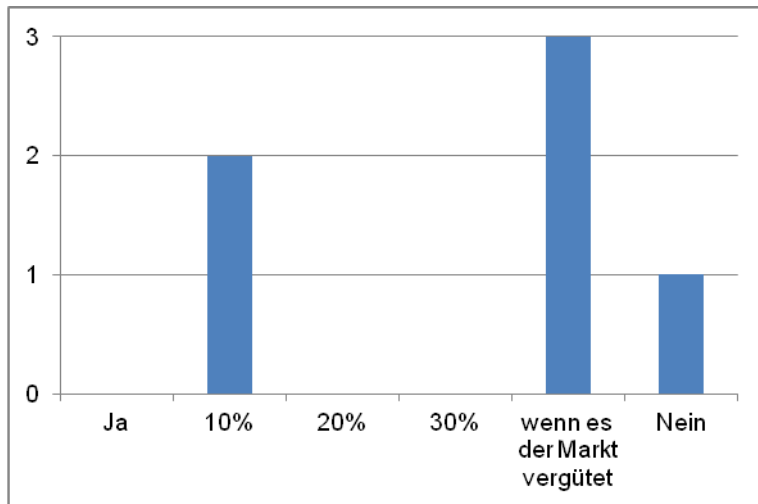


50 Prozent der Landwirte kennen die Herkunft der Sojabohnen und geben sie mit Südamerika an. Die andere Hälfte gibt an, nicht zu wissen, woher das eingekaufte Soja stammt. Bei den Eierzeugern kommen häufiger fertige Mischfutter zum Einsatz, bei denen die Herkunft der Rohstoffe nicht bekannt ist. Zwei Landwirte sagen, dass es sich bei dem von Ihnen eingekauften Sojaprodukten um GVO-Ware handelt, einer dass das Erzeugnis GVO-frei ist. Die Anderen erteilten dazu keine Auskunft oder geben an, die Herkunft nicht zu kennen.

Alle Landwirte würden nach eigener Aussage, lieber heimisches Soja verfüttern. Nur einer der Landwirte baut jedoch selbst Soja an. Zum Teil werden jedoch andere Hülsenfrüchte, z. B. Ackerbohnen oder Erbsen, angebaut.

Sechs Landwirte sind bereit, einen Aufpreis für heimisches Soja zu zahlen. Drei davon unter der Voraussetzung, dass dies auch vom Markt vergütet wird. Zwei Landwirte sind bereit bis zu 10 % Aufpreis zu bezahlen, eine Person lehnt es ab einen höheren Preis zu bezahlen, eine weitere Person gibt dazu keine Auskunft.

Abbildung 9: Zahlungsbereitschaft für heimisches Soja gegenüber GVO-freier Ware - Landwirte



2.2 Direktvermarkter

Da die Direktvermarkter sehr nah am Kunden sind, wurde zusätzlich zu Fütterung und Anbau auch die Möglichkeit der Werbung mit regionalen Futtermitteln abgefragt. Dazu wurden sieben Direktvermarkter ausgewählt, die alle befragt werden konnten. Davon sind vier Eierzeuger und drei Schweinemäster.

Sechs Direktvermarkter verwenden Soja in der Futtration, zwei zusätzlich Ackerbohnen, zwei zusätzlich, einer ausschließlich Erbsen sowie jeweils ein Betrieb der zusätzlich Raps bzw. Sonnenblumen verfüttert. Nur ein Eierzeuger gibt an, ein fertiges Mischfutter zu verwenden.

Der Anteil an Eiweißfuttermitteln in der Ration liegt zwischen 15 und 33 Prozent. Die Schweineerzeuger verwenden 10 bis 15 Prozent Soja in der Futtration, insgesamt liegt der Eiweißfutteranteil zwischen 21 und 25 Prozent. Bei den Eierzeugern liegt der Eiweißanteil in der Ration zwischen 15 und 33 Prozent.

Der Verbrauch an Eiweißfuttermitteln pro Jahr variiert zwischen 25 und 600 Tonnen. Zwei Betriebe können keine Angabe zum Verbrauch machen. Somit kommt hier ein durchschnittlicher Verbrauch an Eiweißfuttermitteln in Höhe von rund 462 Tonnen zustande.

Abbildung 10: Verwendete Eiweißfuttermittel – Direktvermarkter

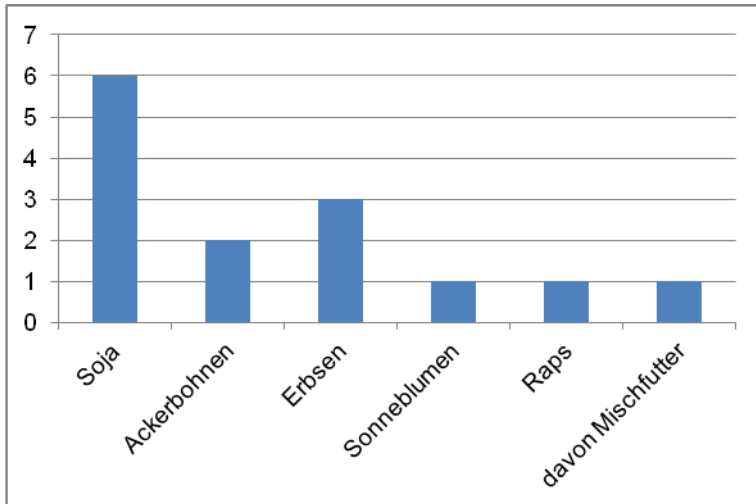


Abbildung 11: Anteil Eiweißfuttermittel an der Futtration – Direktvermarkter

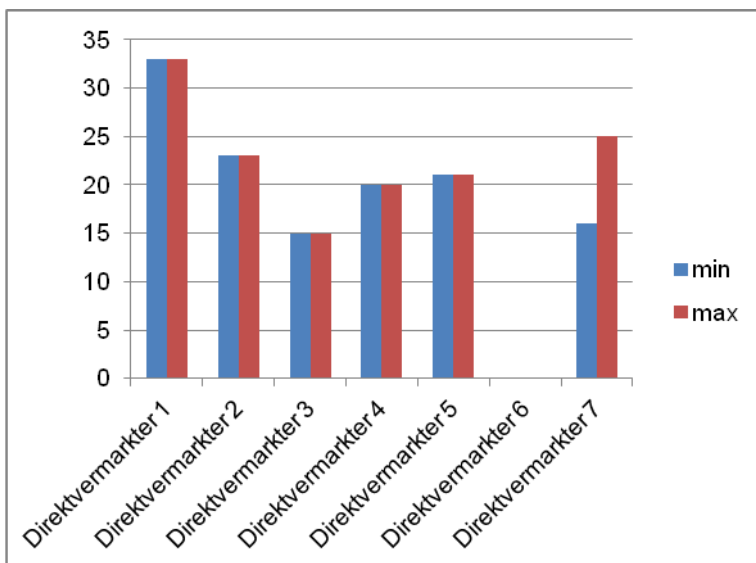
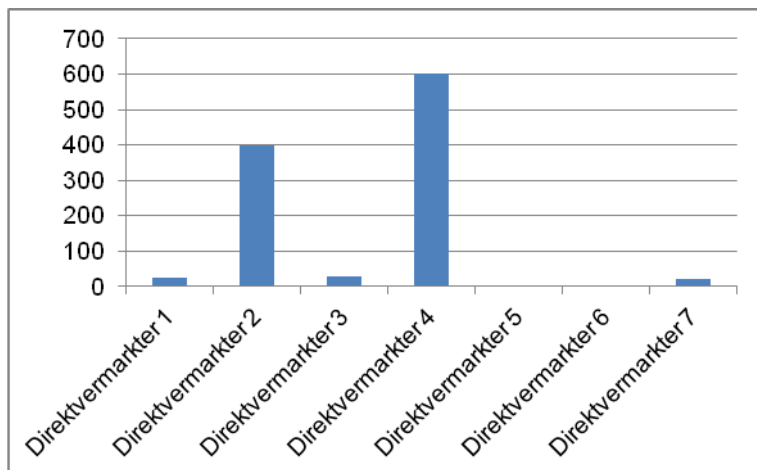


Abbildung 12: Eiweißfutterbedarf pro Jahr in Tonnen - Direktvermarkter



Fünf Betriebe können Angaben über die Herkunft des verwendeten Futtermittels machen, davon verwenden vier Soja. Drei Betriebe verwenden südamerikanisches Soja, einer bezieht Donau-Soja (600 t).

Bis auf einen Ansprechpartner geben alle Befragten an, gerne hessisches Soja verfüttern zu wollen. Nur ein Betrieb baut auch selbst Sojabohnen an.

Zwei Direktvermarkter sind nicht bereit für heimisches Soja einen Aufpreis in Kauf zu nehmen, zwei sind bereit einen Aufpreis von bis zu 10 % gegenüber GVO-freier Ware zu bezahlen und ein Betrieb ist sogar bereit einen Aufpreis von bis zu 20 % zu akzeptieren.

Vier Direktvermarkter können sich auch vorstellen mit den regionalen Futtermitteln zu werben, zwei nicht und einer hat dazu keine Auskunft erteilt.

Abbildung 13: Zahlungsbereitschaft für heimisches Soja gegenüber GVO-freier Ware - Direktvermarkter

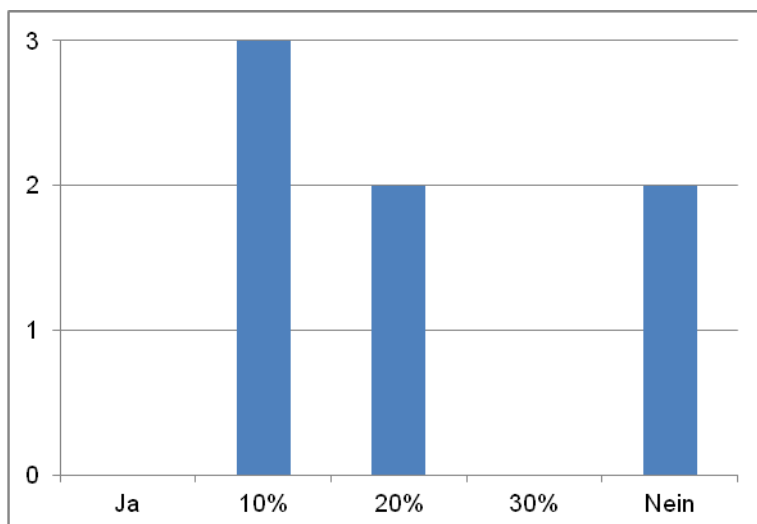
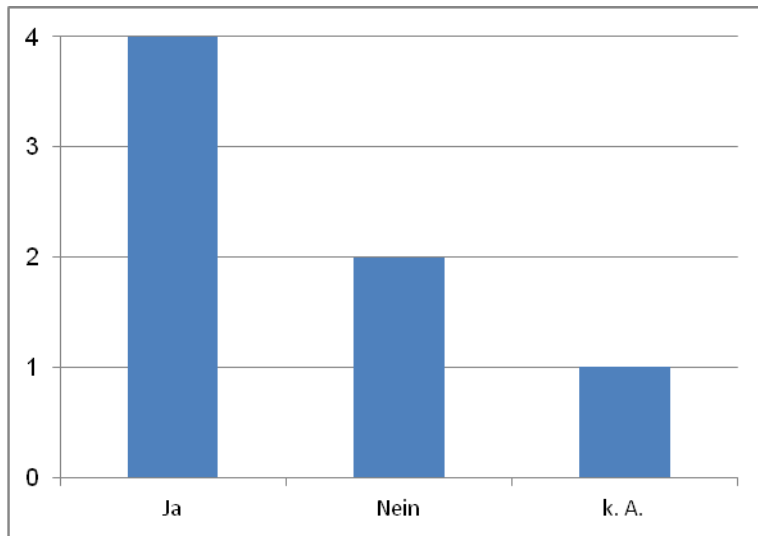


Abbildung 14. Werbung mit heimischen Futtermitteln - Direktvermarkter



2.3 Metzger

Von vier ausgewählten Metzgern mit eigener Schlachtung konnten drei befragt werden. Nur einer der drei weiß nicht, ob seine Lieferanten Soja verfüttern.

Alle drei können sich vorstellen, mit regionalen Futtermitteln zu werben und sehen die Verwendung heimischer Futtermittel auch als Mehrwert für ihre Produkte. Ein Metzger befürchtet jedoch, dass die Kunden nicht bereit sind, diesen Mehrwert zu honorieren.

3 Fazit

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass Soja in der Tierfütterung konventionell wirtschaftender Betriebe ein fester Bestandteil der Ration ist. Bei direktvermarktenden Betrieben kommen häufiger andere Körnerleguminosen wie Ackerbohnen oder Erbsen ergänzend oder alternativ zum Einsatz. Während Eiweißfuttermittel wie Ackerbohnen oder Erbsen von vielen Landwirten und Direktvermarktern selbst angebaut werden, baut nur ein befragter Direktvermarkter selbst Soja an.

Der Bedarf an Soja bei den Befragten beläuft sich auf 1.805 Tonnen pro Jahr.

In Hessen wurden 2016 auf 369 Hektar Sojabohnen (konventionell und ökologisch) angebaut¹. Bei den Landessortenversuchen wurde im Jahr 2016 ein durchschnittlicher Ertrag von 38,5 dt/ha erzielt². Auf Grundlage dieser Zahlen ergibt sich, dass 14.207 dt also rund 1.421 Tonnen Sojabohnen geerntet wurden. Damit kann der Bedarf von den neun befragten Betrieben, die eine Angabe über ihren Jahresbedarf an Soja machten, nicht gedeckt werden.

Ebenfalls neun Betriebe sind bereit einen Aufschlag von bis zu 20 % gegenüber GVO-freier Ware für heimisches Soja in Kauf zu nehmen, zum Teil jedoch mit der Einschränkung, diese

¹ Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (2017): Interesse an Körnerleguminosen wächst. In: Initiative Gentechnikfreies Futter – Eiweißinitiative des Landes Hessen, S. 18

² Soja-Netzwerk: LSV Sojabohne in: Soja-Netzwerk Newsletter 5/2016, S. 2

Arbeitspaket 3-3: Analyse von potentiellen Partnern für Soja-Wertschöpfungsketten

Mehrausgaben am Markt vergütet zu bekommen. Alle geben jedoch an, lieber heimisches Soja verfüttern zu wollen.

Die Befragung der Direktvermarkter und der Metzger zeigt, dass diese davon ausgehen, dass die Verwendung von heimischem Soja in der Tierfütterung ein Verkaufsargument für die eigenen Produkte sein kann und damit vom Verbraucher anerkannt wird.

Für die Fragestellung nach der Wertschöpfungskette, die in diesem Arbeitspaket den Schwerpunkt bildet, bedeuten die Ergebnisse der Befragung, dass es bereits bestehende Wertschöpfungsketten gibt, die in der Verwendung von hessischem Soja einen Mehrwert sehen. Die Frage, die sich aus dieser Untersuchung ergibt ist, ob der Verbraucher bereit ist, diesen Mehrwert zu honorieren.

Arbeitspaket 4-1: Qualitätssicherung und Marketing

Gunhild Möller (MGH GUTES AUS HESSEN GmbH)

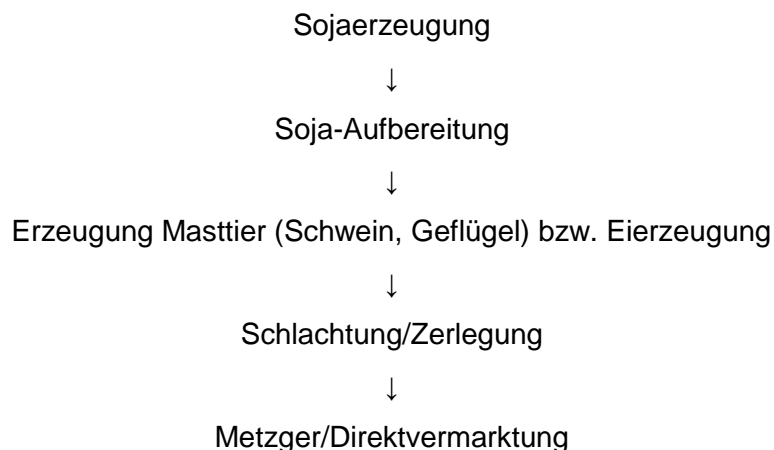
1. Hintergrund

Um den Anbau von hessischem Soja zu fördern und auszuweiten ist es unerlässlich, im Vergleich zur Importware aus Übersee einen Mehrpreis am Endprodukt zu erzielen. Folglich muss es gute Gründe für den Verbraucher geben, einen höheren Preis für das Lebensmittel zu bezahlen. Dafür muss der Verbraucher vom Mehrwert des regionalen Produktes überzeugt sein. Er muss das regionale Produkt als solches erkennen können und sicher sein, dass es tatsächlich hessischen Ursprungs ist.

Damit das Endprodukt als hessisch akzeptiert werden kann, muss jeder Schritt in der Wertschöpfungskette von der Erzeugung bis zur Verkaufsstelle in Hessen stattfinden. Dies muss nachvollziehbar dokumentiert und neutral geprüft werden. Es sind Kriterien festzulegen, wann von einer hessischen Herkunft gesprochen werden kann. Es ist also ein Standard mit belastbaren Kriterien und einem unabhängigen Kontrollsystem zu entwickeln.

2. Kriterien

Für jede der beteiligten Stufen in der Wertschöpfungskette sind in einem Anforderungskatalog Kriterien zu definieren. Zu den beteiligten Stufen zählen:



Die Anforderungen an die einzelnen Stufen sind:

Das Kriterium für die Stufe **Sojaerzeugung** ist der nachweisliche Anbau in Hessen. Bei der Betriebskontrolle zählen zu den zu prüfenden Anforderungen u.a.:

- Nachweis des Anbaus in Hessen mittels Schlagkartei/Flächennutzungsnachweis,
- Kennzeichnung der Lieferdokumentation,
- Mengenplausibilität.

Das Kernkriterium für die Stufe **Soja-Aufbereitung** ist die nachweisliche Warentrennung von zertifiziertem Hessen-Soja und nicht zertifizierter Ware. Die Soja-Aufbereitung kann durch einen Lohnunternehmer erfolgen.

Soja-Aufbereitung in Lohn

Der Lohnunternehmer schließt einen Lohnverarbeitungsvertrag mit jedem Erzeuger ab. Er selbst wird nicht zertifiziert und erhält keine eigene Kontrolle. Zum Nachweis der Warentrennung muss er ein Auftragsprotokoll mit verpflichtenden Angaben führen. Dazu zählen beispielsweise

- Grunddaten wie Name/Adresse des Lohnunternehmens und des landwirtschaftlichen Betriebs, Datum, Soja-Menge
- der Ursprung der vorhergehenden Soja-Charge einschließlich Name/Adresse des vorhergehenden Auftraggebers und der Angabe, ob die vorhergehende Charge zertifiziertes Hessen-Soja war
- die Dokumentation zur Durchführung einer Spülcharge, wenn die vorangegangene Soja-Charge nicht deutschen Ursprungs war

Das von Auftragnehmer und Auftraggeber zu unterzeichnende Auftragsprotokoll muss beim Soja-Erzeuger, der die Aufbereitung in Auftrag gibt, vorliegen, und in der Kontrolle des Erzeugers geprüft werden.

Soja-Aufbereitung (nicht in Lohn)

Das Unternehmen, das die Soja-Aufbereitung in eigener Verantwortung durchführt, erhält eine eigene Kontrolle und Zertifizierung.

Bei der Betriebskontrolle zählen zu den zu prüfenden Anforderungen u.a.:

- Zertifikate der Lieferanten,
- Rückverfolgung,
- die Dokumentation zur Durchführung einer Spülcharge, wenn die vorangegangene Soja-Charge nicht deutschen Ursprungs war,
- Kennzeichnung,
- Mengenplausibilität.

Die Kriterien für die Stufe **Masttier-Erzeugung/Eierzeugung** gelten jeweils für alle Tiere der zu zertifizierenden Tierart des Betriebs:

- Der Anteil an zertifiziertem Hessen-Soja an der Futtermittelration muss im Durchschnitt der gesamten Fütterungsperiode mindestens 5 % betragen.
- Mit Festlegung des Mindestanteils wird vermieden, dass ein Betrieb, der lediglich sehr geringe Mengen an zertifiziertem Hessen-Soja einsetzt, ausloben darf. Der Mindestanteil gilt sowohl für Geflügel, als auch für Schweine.
- Eine Beimischung von anderem Soja, also nicht zertifiziertem Hessen-Soja, ist nicht erlaubt.
- Dies betrifft Einzel- und Mischfuttermittel. Diese dürfen keine Sojakomponenten, die nicht zertifiziert sind, enthalten.
- Einhaltung Fütterungszeitraum (siehe Tab. 1)

Tabelle 36: Zeitraum vor Gewinnung des Lebensmittels, innerhalb dessen eine Verfütterung von nicht zertifiziertem Hessen-Soja unzulässig ist

Tierart (konventionell und bio)	Zeitraum
Schwein	4 Monate oder ab 30 kg Lebendgewicht
Geflügel für Fleischerzeugung	10 Wochen
Geflügel zur Eierzeugung	6 Wochen

Bei der Betriebskontrolle zählen zu den zu prüfenden Anforderungen u.a.:

- Nachweis der Herkunft mittels Bestandsregister
- Zertifikate der Lieferanten
- Fütterungsdokumentation
- Kennzeichnung der Lieferdokumentation
- Überprüfung der Mengenplausibilitäten
- Ggf. Auslobung Ware (z.B. bei Eierkarton)

Das Kernkriterium für die Stufe **Schlachtung/Zerlegung** ist die nachweisliche Warentrennung von zertifizierter und nicht zertifizierter Ware.

Bei der Betriebskontrolle zählen zu den zu prüfenden Anforderungen u.a.:

- Zertifikate der Lieferanten,
- Rückverfolgung,
- Kennzeichnung,
- Mengenplausibilität.

Das Kernkriterium für die Stufe **Metzger/Direktvermarkter** ist eine nachweisliche Warentrennung von zertifizierter und nicht zertifizierter Ware sowie die korrekte Auslobung der Ware.

Bei der Betriebskontrolle zählen zu den zu prüfenden Anforderungen u.a.:

- Zertifikate der Lieferanten,
- Rückverfolgung,
- Kennzeichnung,
- Mengenplausibilität.

3. Kontrollsystem

Die Einhaltung der Kriterien auf den Betrieben wird durch unabhängige Kontrollstellen geprüft. Ein neutrales Kontrollsystem mit externen Zertifizierungsinstanzen muss bestimmte Voraussetzungen erfüllen. Dazu zählen:

Entwicklung von Kriterien zur Zulassung von Kontrollstellen

Vertragliche Vereinbarungen zwischen Standardgeber und Kontrollstelle

Erstellung und Pflege der Kontroll-Checklisten

Zusammenarbeit mit und Überwachung der Kontrollstellen

Die Kontrollen werden auf Basis eines Kontrollvertrags zwischen dem teilnehmenden Betrieb und der Kontrollstelle durchgeführt. Geprüft wird dabei die Erfüllung der definierten Anforderungen.

Die Kontrollen werden wiederkehrend einmal im Kalenderjahr auf den Betrieben durchgeführt. Zudem sollten stichprobenartig unangekündigte Kontrollen erfolgen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren und bei bestandener Kontrolle dem Betrieb ein Zertifikat auszustellen. Jede der beteiligten Stufen kann sich somit gegenüber der nachfolgenden Stufe mit dem Zertifikat als kontrollierter Teilnehmer ausweisen. Bei Nicht-Konformitäten sind innerhalb einer von der Kontrollstelle festgelegten Frist Maßnahmen zur Behebung der Abweichung zu ergreifen und umzusetzen.

Eigenständiger Standard oder Anbindung bestehende Standards

Grundsätzlich besteht die Möglichkeit, einen eigenständigen Standard samt Kontrollsystem zu entwickeln und zu verwalten, oder das System an einen bestehenden Standard zu koppeln. Der Aufbau und die Weiterentwicklung der Kriterien und des Kontrollsystems sind mit hohem organisatorischem Aufwand verbunden, sodass sich die Anbindung an ein vorhandenes System anbietet. Da es um die Absicherung der Herkunftskriterien geht, bieten sich hierzu Standards mit einem bereits vorhandenem Herkunftssicherungssystem an.

4. „Geprüfte Qualität – HESSEN“ und „Bio-Siegel – HESSEN“

Die „Geprüfte Qualität – HESSEN“ ist das offizielle Qualitäts- und Herkunftszeichen des Landes Hessen für Lebensmittel aus konventioneller Erzeugung, während das „Bio-Siegel – HESSEN“ für ökologisch erzeugte Lebensmittel aus Hessen steht. Beiden Standards gemein ist die Absicherung der hessischen Herkunft der Lebensmittel verbunden mit einem transparenten und neutralen Kontrollsystem.

Die besondere Qualität der Qualitätsmarken- und Bio-Siegel – HESSEN-Produkte wird durch genau definierte Leistungsinhalte erzielt, die über den gesetzlichen Anforderungen liegen. Diese Vorgaben ziehen sich von der Erzeugung über die Verarbeitungs- bis hin zur Vermarktungsstufe und ergänzen sich daher stufenübergreifend. Die Kriterien für die einzelnen Produktgruppen sind in modular aufgebauten Handbüchern definiert.

Die Herkunft der Produkte von der Erzeugung bis zur Verarbeitung kann direkt am Qualitätszeichen abgelesen werden. Die Dokumentation der Herkunft wird von den Richtlinien der Qualitätsmarke „Geprüfte Qualität – HESSEN“ vorgeschrieben und durch die Kontrollstellen überwacht.

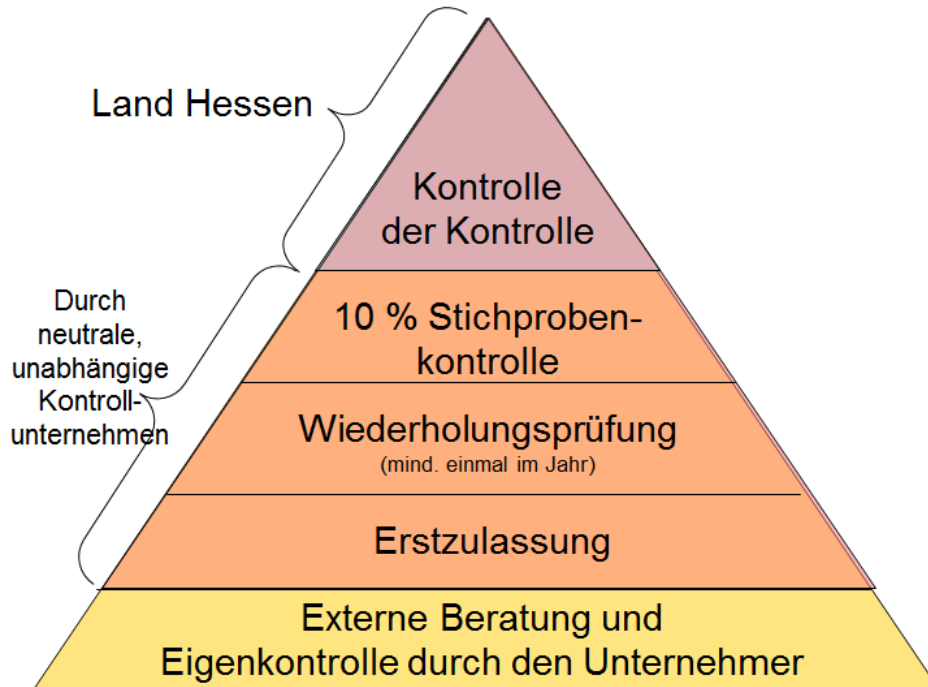
Kontrollsystem der Qualitätsmarke „Geprüfte Qualität – HESSEN“ und des „Bio-Siegel – HESSEN“

Kennzeichnend für das Kontrollsystem ist, dass sowohl die Einhaltung der besonderen Produktionsstandards als auch die Nachvollziehbarkeit der Herkunft lückenlos kontrolliert werden. Alle Beteiligten – von der Erzeugung über die Be- und Verarbeitung bis hin zur Vermarktung – müssen sich dieser Kontrolle unterziehen. Die Unternehmen, die sich der Qualitätsmarke „Geprüfte Qualität – HESSEN“ angeschlossen haben, werden einmal pro Jahr von einer neutralen Kontrollstelle überprüft. Diese Kontrolle erfolgt mit vorheriger Anmeldung. Zusätzlich werden in jedem Jahr 10 % der Betriebe unangemeldet kontrolliert.

Die neutralen, externen Kontrollstellen müssen, bevor sie die Unternehmen für die Qualitätsmarke „Geprüfte Qualität – HESSEN“ überprüfen dürfen, vom Regierungspräsidium Gießen zugelassen werden. Diese Institution führt auch die „Kontrolle der Kontrolle“ durch. Das

heißt, dass das Regierungspräsidium Gießen regelmäßig prüft, ob die Kontrollstellen alle Vorschriften befolgen.

Abbildung 15: Kontrollsystem der Qualitätsmarke „Geprüfte Qualität – HESSEN“ und des „Bio-Siegel – HESSEN“



Zusätzliches optionales Modul zum Hessen-Soja

Betriebe, die an der Hessen-Soja Zertifizierung teilnehmen wollen, können dies über die Teilnahme an der Qualitätsmarke oder dem Bio-Siegel - HESSEN. Das bedeutet, dass sich die Betriebe beim Standardgeber (MGH GUTES AUS HESSEN GmbH) anmelden und am oben beschriebenen Zertifizierungsverfahren teilnehmen.

Die Anbindung erfolgt über ein freiwilliges Zusatzmodul. Die speziellen Kriterien sind im jeweiligen Handbuch definiert und werden im Rahmen der Kontrolle mit geprüft. Die Teilnahme am Hessen-Soja Modul ist für Teilnehmer an der Qualitätsmarke bzw. am Bio-Siegel - HESSEN freiwillig.

5. Auslobung

Die zertifizierten Endprodukte sollen gegenüber dem Verbraucher eine besondere Auslobung erfahren. Die Bewerbung ist eine Ergänzung der Auslobung der Geprüften Qualität bzw. des Bio-Siegel – HESSEN. Gegenstand der Auslobung ist die hessische Herkunft der Sojakomponente des Futtermittels.

Bei den beworbenen Produkten kann es sich um lose Ware in der Bedientheke (z.B. Fleischerzeugnisse beim Metzger, lose Eier in der Direktvermarktung) sowie um verpackte Ware (z.B. Eier im Eierkarton) handeln. Bei verpackten Produkten erfolgt die Auslobung durch das Zeichen auf der Verpackung.

Bei loser Ware in einer Bedientheke kann die Auslobung direkt am Produkt erfolgen. Die Bewerbung kann aber auch durch einen allgemeinen Hinweis im Geschäft z. B. über eine Tafel oder einen Aufsteller durchgeführt werden.

In jedem Fall muss die Kennzeichnung der Ware eindeutig sein und darf nicht zu einer Irreführung des Verbrauchers führen. Die Vorgaben der Qualitätsmarke bzw. des Bio-Siegel - HESSEN zur Kennzeichnung der Produkte sind einzuhalten.

6. Ausblick

Die derzeit beteiligten Stufen an der Wertschöpfungskette sind, wie bereits erläutert, die Sojaerzeugung, die Soja-Aufbereitung, die Masttier- bzw. Eierzeugung, die Schlachtung/Zerlegung sowie die Stufe Metzger bzw. Direktvermarkter.

Für die Zukunft sind Veränderungen und Entwicklungen in der Wertschöpfungskette vorstellbar. Steigt beispielsweise die Anzahl an Soja-Erzeugerbetrieben und damit die Sojamenge, könnten weitere Stufen hinzukommen wie z.B. Lagerstätten oder Futtermittelhersteller. Neu hinzukommende Stufen müssten dann in das Qualitätssicherungssystem eingebunden und entsprechende Kriterien definiert werden.

Gegenstand der Auslobung gegenüber dem Verbraucher ist, wie bereits dargestellt, die hessische Herkunft der Sojakomponente des Futtermittels. Sollten jedoch Betriebe im Bereich der tierischen Erzeugung auch weitere Futtermittelbestandteile mit hessischer Herkunft verwenden, sollte nach entsprechender Erweiterung der Prüfkriterien eine erweiterte Auslobung zur Herkunft und ggf. gentechnikfreien Fütterung ermöglicht werden.

Denkbar wäre auch eine Erweiterung auf andere Regionen wie beispielsweise benachbarte Bundesländer wie Rheinland-Pfalz oder Bayern. In diesen Fällen wäre die Anbindung an die beschriebenen hessischen Qualitäts- und Herkunftszeichen nur bedingt möglich. Eine Alternative wäre hier die Anknüpfung an das bundesweite Herkunftssicherungssystem Regionalfenster.

Das Kontrollverfahren basiert, wie bereits ausgeführt, auf Betriebskontrollen, die von unabhängigen Kontrollstellen durchgeführt werden. Zur Absicherung der Herkunft ist zusätzlich zur Systemkontrolle die Durchführung von Isotopenanalysen möglich. Die Anzahl der momentan am Projekt beteiligten Soja-Erzeugerbetriebe ist derzeit noch gering, sodass zum gegenwärtigen Zeitpunkt neben der Systemkontrolle ein zusätzliches analytisches Kontrollinstrument weder notwendig noch gerechtfertigt erscheint. Sollte in der Zukunft die Teilnehmerzahl eine angemessene Größenordnung erreichen, kann neben dem Instrument der Systemkontrolle über eine zusätzliche, stichprobenartige analytische Überprüfung der Herkunft mittels Isotopenuntersuchungen nachgedacht werden. Bei diesem Verfahren wird das Isotopenverhältnis der zu untersuchenden Probe mit dem eines beim Landwirt zu ziehenden Referenzmusters verglichen. Die zu untersuchenden Proben müssen unabhängig durch eine Kontrollstelle gezogen werden. Alternativ zur Referenzprobe des Landwirts kann der Isotopenvergleich auch mit Referenzwerten einer für die Region Hessen bereits vorliegenden Isotopen-Datenbank für Soja erfolgen.

Material

Downloads

Auf der Projekthomepage

<http://www.gutes-aus-hessen.de/unternehmer/innovationspartnerschaften/hefu-soja.html>

gibt es folgende Präsentationen als Downloads (PDF)

Arbeitspaket 1

A 1-1 Wertschöpfungskette „hessisches Öko-Soja“ – Marktanalyse

Arbeitspaket 2

A 2-1 Technologie der Sojaaufbereitung, verschiedene Analyseverfahren und Soja-Aufbereitungsanlagen in der Region

A 2-2 Technologie der Sojaaufbereitung, Analyseergebnisse, Wahl des richtigen Aufbereitungsverfahrens

Arbeitspaket 3

A 3-1 Organisationsformen, Förderprogramme und Investitionsrechnung

Arbeitspaket 4

AP 4-1 Qualitätssicherung und Marketing

Öffentlichkeitsarbeit

Ö 1 Projektsteckbrief

Ö 2 Posterpräsentation

Ö 3 Bericht in Naturland Nachrichten